LEGAAT VAN

MEJUFFROUW C. A. VAN WICKEVOORT CROMMELIN

WILDHOEF

BLOEMENDAAL

1936

1.2 Buff 1770
RBR A00570

# HISTOIRE
# NATURELLE,
## ÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

*Tome VI.*

# ŒUVRES
# OMPLÈTES
DE
## M. LE C.TE DE BUFFON,

*endant du Jardin du Roi, de l'Académie Françoise, de celle des Sciences, &c.*

Tome Sixième.

ITE DE LA THÉORIE DE LA TERRE,
x Introduction à l'hiſtoire des Minéraux.

A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXIV.

TABLE

# TABLE

De ce qui eſt contenu dans ce Volume.

## *DES ÉLÉMENS.*

I.^cre PARTIE. *DE la Lumière, de la Chaleur & du Feu....* page 1

II.^me PARTIE. *De l'Air, de l'Eau & de la Terre.....* 110

*Réflexions ſur la Loi de l'Attraction.* 177

*Partie Expérimentale.....* 201

PREMIER MÉMOIRE. *Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les corps.....* 204

# TABLE.

SECOND MÉMOIRE. *Suite des Expériences sur le progrès de la chaleur dans les différentes substances minérales* . . . . . 244

*TABLE des Rapports du refroidissement des différentes substances minérales* . . . . . 393

Fin de la Table.

# HISTOIRE NATURELLE.

## INTRODUCTION

À

## L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

## *DES ÉLÉMENS.*

### PREMIÈRE PARTIE.

### *De la LUMIÈRE, de la CHALEUR & du FEU.*

LES puissances de la Nature, autant qu'elles nous sont connues, peuvent se réduire à deux forces primitives, celle qui cause la pesanteur, & celle qui pro-

duit la chaleur. La force d'impulſion leur eſt ſubordonnée, elle dépend de la première pour ſes effets particuliers, & tient à la ſeconde pour l'effet général; comme l'impulſion ne peut s'exercer qu'au moyen du reſſort, & que le reſſort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il eſt clair que l'impulſion a beſoin, pour opérer, du concours de l'attraction; car ſi la matière ceſſoit de s'attirer, ſi les corps perdoient leur cohérence, tout reſſort ne ſeroit-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulſion nulle? puiſque, dans le fait *(a)*, le mouvement ne ſe communique & ne peut ſe tranſmettre d'un corps à un autre que par l'élaſticité, qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'eſt-à-dire abſolument inflexible, ſeroit en même temps abſolument immobile & tout-à-fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps *(b)*.

*(a)* Pour une plus grande intelligence, je prie mes Lecteurs de revoir la ſeconde partie de l'article de cet ouvrage, qui a pour titre: *De la Nature, ſeconde vue.*

*(b)* La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience, & les

L'attraction étant un effet général, constant & permanent, l'impulsion qui, dans la plupart des corps est particulière, & n'est ni constante ni permanente, en dépend donc comme un effet particulier dépend d'un effet général; car au contraire, si toute

---

plus grands Mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, & nous ont donné sur cela des règles & des formules, où ils ont employé beaucoup d'art; mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, & n'a tâché de se représenter & de présenter aux autres la manière physique dont le mouvement se transmet & passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvoient le recevoir comme les corps à ressort, & sur cette hypothèse dénuée de preuves, on a fondé des propositions & des calculs dont on a tiré une infinité de fausses conséquences. Car les corps supposés durs & parfaitement inflexibles, ne pourroient recevoir le mouvement. Pour le prouver, soit un globe parfaitement dur, c'est-à-dire inflexible dans toutes ses parties, chacune de ces parties ne pourra par conséquent être rapprochée ou éloignée de la partie voisine, sans quoi cela seroit contre la supposition; donc dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car si elles recevoient une action elles auroient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agissant. Puis donc que toutes les parties prises séparément, ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie postérieure qui est frappée la première ne pourra pas

impulſion étoit détruite, l'attraction ſubſiſteroit & n'en agiroit pas moins, tandis que celle-ci venant à ceſſer, l'autre ſeroit non-ſeulement ſans exercice, mais même ſans exiſtence; c'eſt donc cette différence eſſentielle qui ſubordonne l'impulſion à l'attraction dans toute matière brute & purement paſſive.

Mais cette impulſion qui ne peut ni

---

communiquer le mouvement à la partie antérieure, puiſque cette partie poſtérieure qui a été ſuppoſée inflexible ne peut pas changer eu égard aux autres parties; donc il ſeroit impoſſible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps; donc tous les corps ſont à reſſort, donc il n'y a point de corps parfaitement durs & inflexibles dans la Nature. Un de mes amis (M. Gueneau de Montbeillard), homme d'un excellent eſprit, m'a écrit à ce ſujet dans les termes ſuivans. « De la ſuppoſition de l'immobilité » abſolue des corps abſolument durs, il ſuit qu'il » ne faudroit peut-être qu'un pied cube de cette » matière pour arrêter tout le mouvement de l'Univers connu: & ſi cette immobilité abſolue étoit » prouvée, il ſemble que ce n'eſt point aſſez de » dire, qu'il n'exiſte point de ces corps dans la Nature, » & qu'on peut les traiter d'impoſſibles, & dire que » la ſuppoſition de leur exiſtence eſt abſurde; car le » mouvement provenant du reſſort leur ayant été » refuſé, ils ne peuvent dès-lors être capables du » mouvement provenant de l'attraction, qui eſt par » l'hypothèſe la cauſe du reſſort. »

s'exercer ni se transmettre dans les corps bruts qu'au moyen du ressort, c'est-à-dire, du secours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement de la force qui produit la chaleur, car c'est principalement par le moyen de la chaleur que l'impulsion pénètre dans les corps organisés, c'est par la chaleur qu'ils se forment, croissent & se développent. On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matière brute & à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive.

J'entends par matière vive, non-seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées & répandues dans les détrimens ou résidus des corps organisés; je comprends encore dans la matière vive, celle de la lumière, du feu, de la chaleur, en un mot toute matière qui nous paroît être active par elle-même. Or cette matière vive tend toujours du centre à la circonférence, au lieu que la matière brute tend au contraire de la circonférence au centre; c'est une force expansive qui anime

la matière vive, & c'eſt une force attractive à laquelle obéit la matière brute : quoique les directions de ces deux forces ſoient diamétralement oppoſées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles ſe balancent ſans jamais ſe détruire, & de la combinaiſon de ces deux forces également actives réſultent tous les phénomènes de l'Univers.

Mais, dira-t-on, vous réduiſez toutes les puiſſances de la Nature à deux forces, l'une attractive & l'autre expanſive, ſans donner la cauſe ni de l'une ni de l'autre, & vous ſubordonnez à toutes deux l'impulſion qui eſt la ſeule force dont la cauſe nous ſoit connue & démontrée par le rapport de nos ſens ; n'eſt-ce pas abandonner une idée claire, & y ſubſtituer deux hypothèſes obſcures ?

A cela je réponds, que ne connoiſſant rien que par comparaiſon, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès-lors le comparer à rien. Demander quelle eſt la cauſe de la force attractive, c'eſt exiger qu'on nous diſe la raiſon pourquoi toute la matière

s'attire : or ne nous suffit-il pas de savoir que réellement toute la matière s'attire, & n'est-il pas aisé de concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, & par conséquent nulle espérance d'en connoître jamais la cause ou la raison ! Si l'effet, au contraire, étoit particulier comme celui de l'attraction de l'aimant & du fer, on doit espérer d'en trouver la cause, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raison d'un effet général, ne connoissent ni l'étendue de la Nature ni les limites de l'esprit humain : demander pourquoi la matière est étendue, pesante, impénétrable, sont moins des questions que des propos mal conçus, & auxquels on ne doit aucune réponse. Il en est de même de toute propriété particulière lorsqu'elle est essentielle à la chose : demander, par exemple, pourquoi le rouge est rouge, seroit une interrogation puérile, à laquelle on ne doit pas répondre. Le Philosophe est tout près de l'enfant lorsqu'il fait de semblables demandes, & autant on peut les pardonner à la curiosité non

réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter & les exclure de ſes idées.

Puis donc que la force d'attraction & la force d'expanſion ſont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les cauſes ; il ſuffit qu'ils ſoient généraux & tous deux réels, tous deux bien conſtatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour cauſes des effets particuliers ; & l'impulſion eſt un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cauſe générale connue ou démontrée par le rapport de nos ſens, puiſque nous avons prouvé que cette force d'impulſion ne peut exiſter ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point ſous nos ſens. Rien n'eſt plus évident, diſent certains Philoſophes, que la communication du mouvement par l'impulſion, il ſuffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet ſuive ; mais dans ce ſens même la cauſe de l'attraction n'eſt-elle pas encore plus évidente & bien plus générale, puiſqu'il ſuffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe & prenne du mouvement ſans choc ! le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulſion.

Cette première réduction étant faite, il seroit peut-être possible d'en faire une seconde, & de ramener la puissance même de l'expansion à celle de l'attraction, en sorte que toutes les forces de la matière dépendroient d'une seule force primitive : du moins cette idée me paroîtroit bien digne de la sublime simplicité du plan sur lequel opère la Nature. Or ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction se change en répulsion toutes les fois que les corps s'approchent d'assez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres. L'impénétrabilité qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une résistance essentielle à la matière, ne permettant pas que deux corps puissent occuper le même espace, que doit-il arriver lorsque deux molécules qui s'attirent d'autant plus puissamment qu'elles s'approchent de plus près, viennent tout-à-coup à se heurter ? cette résistance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force active, ou plutôt réactive, qui, dans le contact, repousse les corps avec autant de vîtesse qu'ils en avoient acquis au

moment de ſe toucher! & dès-lors la force expanſive ne ſera point une force particulière oppoſée à la force attractive, mais un effet qui en dérive, & qui ſe manifeſte toutes les fois que les corps ſe choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut ſuppoſer dans chaque molécule de matière, dans chaque atome quelconque, un reſſort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulſion; mais cela même nous eſt aſſez indiqué par des faits: plus la matière s'atténue & plus elle prend de reſſort; la terre & l'eau qui en ſont les agrégats les plus groſſiers, ont moins de reſſort que l'air; & le feu qui eſt le plus ſubtil des élémens, eſt auſſi celui qui a le plus de force expanſive. Les plus petites molécules de la matière, les plus petits atomes que nous connoiſſions ſont ceux de la lumière; & l'on ſait qu'ils ſont parfaitement élaſtiques, puiſque l'angle ſous lequel la lumière ſe réfléchit eſt toujours égal à celui ſous lequel elle arrive: nous pouvons donc en inférer que toutes les parties conſtitutives de la matière en général ſont à reſſort parfait, & que ce

reſſort produit tous les effets de la force expanſive, toutes les fois que les corps ſe heurtent ou ſe frottent en ſe rencontrant dans des directions oppoſées.

L'expérience me paroît parfaitement d'accord avec ces idées ; nous ne connoiſſons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps ; car le feu que nous produiſons par la réunion des rayons de la lumière, ou par l'application du feu déjà produit à des matières combuſtibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puiſqu'en ſuppoſant l'homme ſans miroirs ardens & ſans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps ſolides les uns contre les autres *(c)*!

La force expanſive pourroit donc bien n'être dans le réel que la réaction de la

*(c)* Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entaſſées, celui qui ſe manifeſte dans les effervescences, ne font pas une exception qu'on puiſſe m'oppoſer, puiſque cette production du feu par la fermentation & par l'effervescence, dépend, comme toute autre, de l'action du choc des parties de la matière, les unes contre les autres.

force attractive, réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matière, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à ſe toucher immédiatement; car dès-lors il eſt néceſſaire qu'elles ſoient repouſſées avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis en direction contraire au moment du contact *(d)*,

*(d)* Il eſt certain, me dira-t-on, que les molécules réjailliront après le contact, parce que leur vîteſſe à ce point, & qui leur eſt rendue par le reſſort, eſt la ſomme des vîteſſes acquiſes dans tous les momens précédens, par l'effet continuel de l'attraction, & par conſéquent doit l'emporter ſur l'effort inſtantané de l'attraction dans le ſeul moment du contact. Mais ne ſera-t-elle pas continuellement retardée, & enfin détruite, lorſqu'il y aura équilibre entre la ſomme des efforts de l'attraction avant le contact, & la ſomme des efforts de l'attraction après le contact? Comme cette queſtion pourroit faire naître des doutes ou laiſſer quelques nuages ſur cet objet, qui par lui-même eſt difficile à ſaiſir, je vais tâcher d'y ſatisfaire, en m'expliquant encore plus clairement. Je ſuppoſe deux molécules, ou, pour rendre l'image plus ſenſible, deux groſſes maſſes de matière, telles que la Lune & la Terre, toutes deux douées d'un reſſort parfait dans toutes les parties de leur intérieur, qu'arriveroit-il à ces deux maſſes iſolées de toute autre matière, ſi tout leur mouvement progreſſif étoit tout-à-coup arrêté, & qu'il ne reſtât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque? Il eſt clair que dans cette

& lorsque ces molécules sont absolument libres de toute cohérence, & qu'elles

---

supposition, la Lune & la Terre se précipiteroient l'une vers l'autre, avec une vîtesse qui augmenteroit à chaque moment, dans la même raison que diminueroit le carré de leur distance. Les vîtesses acquises seront donc immenses au point de contact, ou, si l'on veut, au moment de leur choc, & dès-lors ces deux corps que nous avons supposés à ressort parfait, & libres de tous autres empêchemens, c'est-à-dire, entièrement isolés, réjailliront chacun, & s'éloigneront l'un de l'autre dans la direction opposée, & avec la même vîtesse qu'ils avoient acquise au point du contact: vîtesse qui, quoique diminuée continuellement par leur attraction réciproque, ne laisseroit pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils sont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement est ici en ordre inverse de celui de l'accélération, & que la vîtesse acquise au point du choc étant immense, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une distance dont le carré seroit également immense; en sorte que si le contact étoit absolu, & que la distance des deux corps qui se choquent, fût absolument nulle, ils s'éloigneroient l'un de l'autre jusqu'à une distance infinie; & c'est à peu-près ce que nous voyons arriver à la lumière & au feu, dans le moment de l'inflammation des matières combustibles; car dans l'instant même, elles lancent leur lumière à une très-grande distance, quoique les particules qui se sont converties en lumière, fussent auparavant très-voisines les unes des autres.

n'obéiſſent qu'au ſeul mouvement produit par leur attraction, cette vîteſſe acquiſe eſt immenſe dans le point du contact. La chaleur, la lumière, le feu qui ſont les grands effets de la force expanſive, ſeront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps ſeront diviſés en parties très-petites, & qu'ils ſe rencontreront dans des directions oppoſées, & la chaleur ſera d'autant plus ſenſible, la lumière d'autant plus vive, le feu d'autant plus violent que les molécules ſe ſeront précipitées les unes contre les autres, avec plus de vîteſſe par leur force d'attraction mutuelle.

De-là on doit conclure que toute matière peut devenir lumière, chaleur, feu; qu'il ſuffit que les molécules d'une ſubſtance quelconque ſe trouvent dans un état de liberté, c'eſt-à-dire, dans un état de diviſion aſſez grande & de ſéparation, telle qu'elles puiſſent obéir ſans obſtacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres; car dès qu'elles ſe rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, & ſe fuiront en s'éloignant avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un

vrai choc; puisque deux molécules qui s'attirent mutuellement, ne peuvent se rencontrer qu'en direction contraire. Ainsi la lumière, la chaleur & le feu ne sont pas des matières particulières, des matières différentes de toute autre matière; ce n'est toujours que la même matière qui n'a subi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande division de parties, & une direction de mouvement en sens contraire par l'effet du choc & de la réaction.

Ce qui prouve assez évidemment que cette matière du feu & de la lumière, n'est pas une substance différente de toute autre matière, c'est qu'elle conserve toutes les qualités essentielles, & même la plupart des attributs de la matière commune: 1.° la lumière, quoique composée de particules presque infiniment petites, est néanmoins encore divisible, puisqu'avec le prisme on sépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes différemment colorés; 2.° la lumière, quoique douée en apparence d'une qualité toute opposée à celle de la pesanteur, c'est-à-dire, d'une volatilité qu'on croiroit lui être essentielle, est néanmoins pesante comme toute autre matière, puisqu'elle fléchit toutes les

fois qu'elle paſſe auprès des autres corps, & qu'elle ſe trouve à portée de leur ſphère d'attraction; je dois même dire qu'elle eſt fort peſante, relativement à ſon volume qui eſt d'une petiteſſe extrême, puiſque la vîteſſe immenſe avec laquelle la lumière ſe meut en ligne directe, ne l'empêche pas d'éprouver aſſez d'attraction près des autres corps, pour que ſa direction s'incline & change d'une manière très-ſenſible à nos yeux; 3.° la ſubſtance de la lumière n'eſt pas plus ſimple que celle de toute autre matière, puiſqu'elle eſt compoſée de parties d'inégale peſanteur; que le rayon rouge eſt beaucoup plus peſant que le rayon violet, & qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires, qui approchent plus ou moins de la peſanteur du rayon rouge ou de la légèreté du rayon violet: toutes ces conſéquences dérivent néceſſairement des phénomènes de l'inflexion de la lumière & de ſa réfraction *(e)*, qui, dans le réel, n'eſt qu'une inflexion qui s'opère lorſque

*(e)* L'attraction univerſelle agit ſur la lumière; il ne faut pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction: lorſqu'un rayon de lumière paſſe à travers un criſtal, ſous un certain

la lumière passe à travers les corps transparens ; 4.° on peut démontrer que la lumière est massive & qu'elle agit, dans quelque cas, comme agissent tous les autres corps ; car, indépendamment de son effet ordinaire, qui est de briller à nos yeux, & de son action propre, toujours accompagnée d'éclat & souvent de chaleur, elle agit par sa masse lorsqu'on la

---

angle d'obliquité, la direction change tout-à-coup, & au lieu de continuer sa route, il rentre dans le cristal & se réfléchit. Si la lumière passe du verre dans le vide, toute la force de cette puissance s'exerce, & le rayon est contraint de rentrer & rentre dans le verre par un effet de son attraction que rien ne balance ; si la lumière passe du cristal dans l'air, l'attraction du cristal plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre est en partie détruite par celle de l'air qui agit en sens contraire sur le rayon de lumière ; si ce rayon passe du cristal dans l'eau, l'effet est bien moins sensible, le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du cristal est presque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppose à son action ; enfin, si la lumière passe du cristal dans le cristal, comme les deux attractions sont égales ; l'effet s'évanouit & le rayon continue sa route : d'autres expériences démontrent que cette puissance attractive, ou cette force réfringente, est toujours à très-peu près proportionnelle à la densité des matières transparentes, à

condense en la réunissant, & elle agit au point de mettre en mouvement des corps assez pesans placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille sur un pivot placé à son foyer; elle pousse, déplace & chasse les feuilles d'or ou d'argent qu'on lui présente avant de les fondre, & même avant de les échauffer sensiblement. Cette action produite par sa masse, est

---

l'exception des corps onctueux & sulfureux, dont la force réfringente est plus grande, parce que la lumière a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matières inflammables, qu'avec les autres matières.

Mais s'il restoit quelque doute sur cette attraction de la lumière vers les corps, qu'on jette les yeux sur les inflexions que souffre un rayon, lorsqu'il passe fort près de la surface d'un corps; un trait de lumière ne peut entrer par un très-petit trou, dans une chambre obscure, sans être puissamment attiré vers les bords du trou; ce petit faisceau de rayons se divise, chaque rayon voisin de la circonférence du trou, se plie vers cette circonférence, & cette inflexion produit des franges colorées, des apparences constantes, qui sont l'effet de l'attraction de la lumière vers les corps voisins; il en est de même des rayons qui passent entre deux lames de couteaux, les uns se plient vers la lame supérieure, les autres vers la lame inférieure; il n'y a que ceux du milieu qui souffrant une égale attraction des deux côtés, ne sont pas détournés, & suivent leur direction.

la première & précède celle de la chaleur ; elle s'opère entre la lumière condensée & les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opère entre deux autres corps qui deviennent contigus, & par conséquent la lumière a encore cette propriété commune avec toute autre matière ; 5.° enfin on sera forcé de convenir que la lumière est un mixte, c'est-à-dire, une matière composée comme la matière commune, non-seulement de parties plus grosses & plus petites, plus ou moins pesantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées ; quiconque aura réfléchi sur les phénomènes que Newton appelle *les accès de facile réflexion & de facile transmission de la lumière*, & sur les effets de la double réfraction du cristal de roche, & du spath appelé cristal d'Islande, ne pourra s'empêcher de reconnoître que les atomes de la lumière ont plusieurs côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différens *(f)*.

*(f)* Chaque rayon de lumière a deux côtés opposés, doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du cristal, & deux

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumière n'est pas une matière particulière ni différente de la matière commune, que son essence est la même, ses propriétés essentielles les mêmes ; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a subi dans le point du contact la répulsion d'où provient sa volatilité. Et de la même manière que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroissant comme l'espace augmente, les effets de la répulsion s'étendent & décroissent de même, mais en ordre inverse ; en sorte que l'on peut appliquer à la force expansive tout ce que l'on fait de la force attractive ; ce sont pour la Nature deux instrumens de même espèce, ou plutôt ce n'est que le même instrument qu'elle manie dans deux sens opposés.

Toute matière deviendra lumière, dès que toute cohérence étant détruite, elle se

autres côtés opposés, qui n'ont pas cette propriété. *Optique* de Newton, *Question* XXVI, *traduction* de Coste. *Nota.* Cette propriété dont parle ici Newton ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'est-à-dire, des atomes de lumière. Voyez cet article en entier dans Newton.

trouvera divisée en molécules suffisamment petites, & que ces molécules étant en liberté, seront déterminées par leur attraction mutuelle à se précipiter les unes contre les autres; dans l'instant du choc la force répulsive s'exercera, les molécules se fuiront en tout sens avec une vîtesse presque infinie, laquelle néanmoins n'est qu'égale à leur vîtesse acquise au moment du contact: car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'espace diminue, il est évident qu'au contact l'espace toujours proportionnel au carré de la distance devient nul, & que par conséquent la vîtesse acquise en vertu de l'attraction, doit à ce point devenir presqu'infinie; cette vîtesse seroit même infinie si le contact étoit immédiat, & par conséquent la distance entre les deux corps absolument nulle; mais, comme nous l'avons souvent répété, il n'y a rien d'absolu, rien de parfait dans la Nature, & de même rien d'absolument grand, rien d'absolument petit, rien d'entièrement nul, rien de vraiment infini, & tout ce que j'ai dit de la petitesse *infinie* des atomes qui constituent la lumière, de leur ressort *parfait*, de la distance *nulle* dans le moment

du contact ne doit s'entendre qu'avec reſtriction. Si l'on pouvoit douter de cette vérité métaphyſique, il ſeroit poſſible d'en donner une démonſtration phyſique, ſans même nous écarter de notre ſujet. Tout le monde ſait que la lumière emploie environ ſept minutes & demie de temps à venir du ſoleil juſqu'à nous; ſuppoſant donc le ſoleil à trente-ſix millions de lieues, la lumière parcourt cette énorme diſtance en ſept minutes & demie, ou ce qui revient au même (ſuppoſant ſon mouvement uniforme), quatre-vingts mille lieues en une ſeconde; cette vîteſſe, quoique prodigieuſe, eſt néanmoins bien éloignée d'être infinie, puiſqu'elle eſt déterminable par les nombres; elle ceſſera même de paroître prodigieuſe lorſqu'on réfléchira que la Nature ſemble marcher en grand, preſque auſſi vîte qu'en petit; il ne faut pour cela que ſupputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui ſe meuvent le plus rapidement, & l'on verra que la vîteſſe de ces maſſes immenſes, quoique moindre, ſe peut néanmoins comparer d'aſſez près avec celle de nos atomes de lumière.

Et de même que toute matière peut se convertir en lumière par la division & la répulsion de ses parties excessivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres; la lumière peut aussi se convertir en toute autre matière par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les élémens sont convertibles; & si l'on a douté que la lumière, qui paroît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, & que d'autre part on étoit dans le préjugé, qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvoit jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité & la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second; & dès-lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matière fixe en lumière, & de la lumière en matière fixe, est une des plus fréquentes opérations de la Nature?

Après avoir montré que l'impulsion

dépend de l'attraction, que la force expansive est la même que la force attractive devenue négative; que la lumière, & à plus forte raison la chaleur & le feu ne sont que des manières d'être de la matière commune; qu'il n'existe en un mot qu'une seule force & une seule matière toujours prête à s'attirer ou à se repousser suivant les circonstances; recherchons comment avec ce seul ressort & ce seul sujet, la Nature peut varier ses œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette recherche, & nous en présenterons les résultats avec plus de clarté, en nous abstenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus opposés, comme le feu & l'eau, l'air & la terre, & en nous conduisant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que suit la Nature dans toutes ses démarches. Comparons donc les choses les plus voisines, & tâchons d'en saisir les différences, c'est-à-dire, les particularités, & de les présenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumière, la chaleur & le feu ne font qu'un seul objet, mais dans le

le point de vue particulier, ce ſont trois objets diſtincts, trois choſes qui, quoique ſe reſſemblant par un grand nombre de propriétés, diffèrent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés aſſez eſſentielles, pour qu'on puiſſe les regarder comme trois choſes différentes, & qu'on doive les comparer une à une.

Quelles ſont d'abord les propriétés communes de la lumière & du feu, quelles ſont auſſi leurs propriétés différentes? La lumière, dit-on, & le feu élémentaire ne ſont qu'une même choſe, une ſeule ſubſtance: cela peut être, mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abſtenons-nous de prononcer ſur ce premier point. La lumière & le feu, tel que nous les connoiſſons, ne ſont-ils pas au contraire deux choſes différentes, deux ſubſtances diſtinctes & compoſées différemment? le feu eſt à la vérité très-ſouvent lumineux, mais quelquefois auſſi le feu exiſte ſans aucune apparence de lumière; le feu, ſoit lumineux, ſoit obſcur, n'exiſte jamais ſans une grande chaleur, tandis que la lumière brille ſouvent avec éclat ſans la moindre

chaleur ſenſible. La lumière paroît être l'ouvrage de la Nature, le feu n'eſt que le produit de l'induſtrie de l'homme : la lumière ſubſiſte, pour ainſi dire, par elle-même, & ſe trouve répandue dans les eſpaces immenſes de l'Univers entier ; le feu ne peut ſubſiſter qu'avec des alimens, & ne ſe trouve qu'en quelques points de l'eſpace où l'homme le conſerve, & dans quelques endroits de la profondeur de la terre, où il ſe trouve également entretenu par des alimens convenables. La lumière, à la vérité, lorſqu'elle eſt condenſée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu ; mais ce n'eſt qu'autant qu'elle tombe ſur des matières combuſtibles. La lumière n'eſt donc tout au plus, & dans ce ſeul cas, que le principe du feu, & non pas le feu ; ce principe même n'eſt pas immédiat, il en ſuppoſe un intermédiaire, & c'eſt celui de la chaleur qui paroît tenir encore de plus près que la lumière à l'eſſence du feu. Or, la chaleur exiſte tout auſſi ſouvent ſans lumière que la lumière exiſte ſans chaleur ; ces deux principes ne paroiſſent donc pas néceſſairement liés enſemble ; leurs effets

ne ſont ni ſimultanés ni contemporains, puiſque dans des certaines circonſtances on ſent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroiſſe, & que dans d'autres circonſtances on voit de la lumière long-temps avant de ſentir de la chaleur, & même ſans en ſentir aucune.

Dès-lors la chaleur n'eſt-elle pas une autre manière d'être, une modification de la matière, qui diffère à la vérité moins que toute autre de celle de la lumière, mais qu'on peut néanmoins conſidérer à part, & qu'on devroit concevoir encore plus aiſément! Car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la Nature, dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos ſens; lorſqu'un effet de la Nature tombe ſous deux de nos ſens, la vue & le toucher, nous croyons en avoir une pleine connoiſſance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux ſens, nous paroît plus difficile à connoître; & dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger, dépend du degré de ſupériorité qui ſe trouve entre nos ſens; la lumière que nous n'apercevons que par le ſens de la vue

(ſens le plus fautif & le plus incomplet), ne devroit pas nous être auſſi-bien connue que la chaleur qui frappe le toucher, & affecte par conſéquent le plus ſûr de nos ſens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage, on a fait beaucoup moins de découvertes ſur la nature de la chaleur que ſur celle de la lumière, ſoit que l'homme ſaiſiſſe mieux ce qu'il voit que ce qu'il ſent, ſoit que la lumière ſe préſentant ordinairement comme une ſubſtance diſtincte & différente de toutes les autres, elle a paru digne d'une conſidération particulière : au lieu que la chaleur dont l'effet eſt plus obſcur, ſe préſentant comme un objet moins iſolé, moins ſimple, n'a pas été regardée comme une ſubſtance diſtincte, mais comme un attribut de la lumière & du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une ſimple qualité, ſe trouveroit fondée, il ſeroit toujours utile de conſidérer la chaleur en elle-même & par les effets qu'elle produit toute ſeule ; c'eſt-à-dire, lorſqu'elle nous paroît indépendante de la lumière & du feu. La première choſe qui me frappe,

& qui me paroît bien digne de remarque, c'eſt que le ſiége de la chaleur eſt tout différent de celui de la lumière ; celle-ci occupe & parcoure les eſpaces vides de l'Univers ; la chaleur au contraire ſe trouve généralement répandue dans toute la matière ſolide. Le globe de la terre & toutes les matières dont il eſt compoſé, ont un degré de chaleur bien plus conſidérable qu'on ne pourroit l'imaginer. L'eau a ſon degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant ſon état ; c'eſt-à-dire, en perdant ſa fluidité ; l'air a auſſi ſa chaleur, que nous appelons ſa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puiſque ſon reſſort ſubſiſte même dans le plus grand froid ; le feu a auſſi ſes différens degrés de chaleur, qui paroiſſent moins dépendre de ſa nature propre que de celle des alimens qui le nourriſſent. Ainſi toute la matière connue, eſt chaude, & dès-lors la chaleur eſt une affection bien plus générale que celle de la lumière.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui ſont expoſés, & cela ſans aucune exception, tandis qu'il n'y a que les corps

tranſparens qui laiſſent paſſer la lumière, & qu'elle eſt arrêtée & en partie repouſſée par tous les corps opaques. La chaleur ſemble donc agir d'une manière bien plus générale & plus palpable que n'agit la lumière, & quoique les molécules de la chaleur ſoient exceſſivement petites, puiſqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me ſemble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles ſont bien plus groſſes que celles de la lumière; car on fait de la chaleur avec la lumière, en la réuniſſant en grande quantité; d'ailleurs la chaleur agiſſant ſur le ſens du toucher, il eſt néceſſaire que ſon action ſoit proportionnée à la groſſièreté de ce ſens, comme la délicateſſe des organes de la vue paroît l'être à l'extrême fineſſe des parties de la lumière : celles-ci ſe meuvent avec la plus grande vîteſſe, agiſſent dans l'inſtant à des diſtances immenſes, tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progreſſif aſſez lent, qui ne paroît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles émanent.

Le principe de toute chaleur paroît être l'attrition des corps ; tout frottement,

c'eſt-à-dire, tout mouvement en ſens contraire entre des matières ſolides, produit de la chaleur, & ſi ce même effet n'arrive pas dans les fluides, c'eſt parce que leurs parties ne ſe touchent pas d'aſſez près pour pouvoir être frottées les unes contre les autres; & qu'ayant peu d'adhérence entre elles, leur réſiſtance au choc des autres corps eſt trop foible, pour que la chaleur puiſſe naître ou ſe manifeſter à un degré ſenſible; mais dans ce cas, on voit ſouvent de la lumière produite par ce frottement d'un fluide, ſans ſentir de la chaleur. Tous les corps, ſoit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils ſe rencontrent en ſens contraire: la chaleur eſt donc produite par le mouvement de toute matière palpable & d'un volume quelconque; au lieu que la production de la lumière qui ſe fait auſſi par le mouvement en ſens contraire, ſuppoſe de plus la diviſion de la matière en parties très-petites; & comme cette opération de la Nature eſt la même pour la production de la chaleur & celle de la lumière, que c'eſt le mouvement en ſens contraire, la rencontre des corps, qui produiſent l'un & l'autre, on

doit en conclure que les atomes de la lumière ſont ſolides par eux-mêmes, & qu'ils ſont chauds au moment de leur naiſſance ; mais on ne peut pas également aſſurer qu'ils conſervent leur chaleur au même degré que leur lumière, ni qu'ils ne ceſſent pas d'être chauds avant de ceſſer d'être lumineux. Des expériences familières paroiſſent indiquer que la chaleur de la lumière du ſoleil augmente en paſſant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumière ſoit diminuée conſidérablement par la réflexion qui ſe fait à la ſurface extérieure de la glace, & que la matière même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées *(g)*, ſemblent prouver que la lumière augmente de chaleur à

*(g)* Un habile Phyſicien (M. de Sauſſure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le réſultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, ſur la différente chaleur des rayons du ſoleil, & je vais rapporter ici ſes propres expreſſions. « J'ai fait faire en mars 1767, cinq caiſſes » rectangulaires de verre blanc de Bohême, chacune » deſquelles eſt la moitié d'un cube coupé parallè- » lement à ſa baſe ; la première a un pied de » largeur en tout ſens, ſur ſix pouces de hauteur ; » la ſeconde dix pouces ſur cinq, & ainſi de ſuite,

meſure qu'elle traverſe une plus grande épaiſſeur de notre atmoſphère.

On ſait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut

---

juſqu'à la cinquième qui a deux pouces ſur un. « Toutes ces caiſſes ſont ouvertes par le bas, & s'em- « boîtent les unes dans les autres ſur une table « fort épaiſſe, de bois de poirier noirci, à laquelle « elles ſont fixées. J'emploie ſept thermomètres à « cette expérience; l'un ſuſpendu en l'air & par- « faitement iſolé à côté des boîtes, & à la même « diſtance du ſol; un autre poſé ſur la caiſſe exté- « rieure en dehors de cette caiſſe, & à peu-près au « milieu; le ſuivant poſé de même ſur la ſeconde « caiſſe, & ainſi des autres, juſqu'au dernier qui eſt « ſous la cinquième caiſſe, & à demi noyé dans le « bois de la table. «

Il faut obſerver que tous ces thermomètres ſont « de mercure, & que tous, excepté le dernier, ont « la boule nue, & ne ſont pas engagés comme les « thermomètres ordinaires, dans une planche ou « dans une boîte, dont le plus ou le moins d'ap- « titude à prendre & à conſerver la chaleur, fait « entièrement varier les réſultats des expériences. «

Tout cet appareil expoſé au ſoleil, dans un « lieu découvert, par exemple, ſur le mur de clôture « d'une grande terraſſe; je trouve que le thermomètre « ſuſpendu à l'air libre, monte le moins haut de « tous; que celui qui eſt ſur la caiſſe extérieure, « monte un peu plus haut; enſuite celui qui eſt ſur « la ſeconde caiſſe, & ainſi des autres, en obſervant «

dans les montagnes. Il eſt vrai que la chaleur qui provient du globe entier de la terre, doit être moins ſenſible ſur ces pointes avancées qu'elle ne l'eſt dans les plaines, mais cette cauſe n'eſt point du

» cependant que le thermomètre qui eſt poſé ſur » la cinquième caiſſe, monte plus haut que celui qui » eſt ſous elle & à demi noyé dans le bois de la » table : j'ai vu celui-là monter à 70 degrés de » Reaumur (en plaçant le 0 à la congélation & le » 80.me degré à l'eau bouillante). Les fruits expoſés » à cette chaleur, s'y cuiſent & y rendent leur jus.

» Quand cet appareil eſt expoſé au ſoleil dès le » matin, on obſerve communément la plus grande » chaleur, vers les deux heures & demie après midi, » & lorſqu'on le retire des rayons du ſoleil, il em- » ploie pluſieurs heures à ſon entier refroidiſſement.

» J'ai fait porter ce même appareil ſur une mon- » tagne élevée d'environ cinq cents toiſes au-deſſus » du lieu où ſe faiſoient ordinairement les expé- » riences, & j'ai trouvé que le refroidiſſement cauſé » par l'élévation agiſſoit beaucoup plus ſur les ther- » momètres ſuſpendus à l'air libre, que ſur ceux qui » étoient enfermés dans les caiſſes de verre, quoique » j'euſſe eu ſoin de remplir les caiſſes de l'air même » de la montagne, par égard pour la fauſſe hypo- » thèſe de ceux qui croient que le froid des mon- » tagnes tient de la pureté de l'air qu'on y reſpire. »

Il ſeroit à deſirer que M. de Sauſſure, de la ſagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choſes, ſuivît encore plus loin ces expériences, & voulût bien en publier les réſultats.

tout proportionnelle à l'effet; l'action de la chaleur qui émane du globe terreſtre, ne pouvant diminuer qu'en raiſon du quarré de la diſtance, il ne paroît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'eſt que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur; il ne paroît pas, dis-je, que cette différence, qui dans cette ſuppoſition n'eſt que d'une unité ſur neuf millions, puiſſe produire une diminution de chaleur auſſi conſidérable, à beaucoup près, que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur; car le thermomètre y baiſſe dans tous les temps de l'année, juſqu'au point de la congélation de l'eau; la neige ou la glace ſubſiſtent auſſi ſur ces grandes montagnes à peu près à cette hauteur dans toutes les ſaiſons: il n'eſt donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre: l'on en ſera pleinement convaincu, ſi l'on fait attention qu'au haut des volcans, où la terre eſt plus chaude qu'en aucun autre endroit de la ſurface du globe, le froid de l'air eſt à très-peu

près le même que dans les autres mon-
tagnes à la même hauteur.

On pourroit donc penſer que les ato-
mes de la lumière, quoique très-chauds
au moment de leur naiſſance & au ſortir
du ſoleil, ſe refroidiſſent beaucoup pendant
les ſept minutes & demie de temps que
dure leur traverſée du ſoleil à la terre, d'au-
tant que la durée de la chaleur, ou, ce qui
revient au même, le temps du refroidiſ-
ſement des corps étant en raiſon de leur
diamètre, il ſembleroit qu'il ne faut qu'un
très-petit moment pour le refroidiſſement
des atomes preſqu'infiniment petits de la
lumière; & cela ſeroit en effet s'ils étoient
iſolés, mais comme ils ſe ſuccèdent preſque
immédiatement, & qu'ils ſe propagent en
faiſceaux d'autant plus ſerrés qu'ils ſont
plus près du lieu de leur origine, la cha-
leur que chaque atome perd, tombe ſur
les atomes voiſins; & cette communication
réciproque de la chaleur qui s'évapore de
chaque atome, entretient plus long-temps
la chaleur générale de la lumière; & comme
ſa direction conſtante eſt toujours en rayons
divergens, que leur éloignement l'un de
l'autre augmente comme l'eſpace qu'ils

ont parcouru, & qu'en même temps la chaleur qui part de chaque atome, comme centre, diminue auſſi dans la même raiſon; il s'enſuit que l'action de la lumière des rayons ſolaires décroiſſant en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, celle de leur chaleur décroît en raiſon inverſe du quarré-quarré de cette même diſtance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du ſoleil, & ſuppoſant l'action de la lumière comme 1000, à la diſtance d'un demi-diamètre de la ſurface de cet aſtre, elle ne ſera plus que comme $\frac{1000}{4}$ à la diſtance de deux demi-diamètres, que comme $\frac{1000}{9}$ à celle de trois demi-diamètres, comme $\frac{1000}{16}$ à la diſtance de quatre demi-diamètres; & enfin en arrivant à nous qui ſommes éloignés du ſoleil de trente-ſix millions de lieues, c'eſt-à-dire, d'environ deux cents vingt-quatre de ſes demi-diamètres, l'action de la lumière ne ſera plus que comme $\frac{1000}{50625}$, c'eſt-à-dire, plus de cinquante mille fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil, & la chaleur de chaque atome de lumière étant auſſi ſuppoſée 1000 au ſortir du ſoleil, ne ſera plus que comme $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ à la

diſtance ſucceſſive de 1, 2, 3 demi-diamètres, & en arrivant à nous, comme $\frac{1000}{25628906625}$, c'eſt-à-dire, plus de deux mille cinq cents millions de fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil.

Quand même on ne voudroit pas admettre cette diminution de la chaleur de la lumière en raiſon du quarré-quarré de la diſtance au ſoleil, quoique cette eſtimation me paroiſſe fondée ſur un raiſonnement aſſez clair, il ſera toujours vrai que la chaleur, dans ſa propagation, diminue beaucoup plus que la lumière, au moins quant à l'impreſſion qu'elles font l'une & l'autre ſur nos ſens. Qu'on excite une très-forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'eſpace, on ne le ſentira qu'à une diſtance médiocre, au lieu qu'on en voit la lumière à de très-grandes diſtances; qu'on approche peu-à-peu la main d'un corps exceſſivement chaud, on s'apercevra par la ſeule ſenſation, que la chaleur augmente beaucoup plus que l'eſpace ne diminue; car on ſe chauffe ſouvent avec plaiſir à une diſtance qui ne diffère que de quelques pouces de celle où l'on ſe brûleroit.

Tout paroît donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raison que la lumière, à mesure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainsi l'on peut croire que les atomes de la lumière sont fort refroidis lorsqu'ils arrivent à la surface de notre atmosphère, mais qu'en traversant la grande épaisseur de cette masse transparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vîtesse infinie avec laquelle les particules de la lumière frôlent celles de l'air, doit produire une chaleur d'autant plus grande, que le frottement est plus multiplié; & c'est probablement par cette raison que la chaleur des rayons solaires se trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère, & que le froid de l'air paroît augmenter si considérablement à mesure qu'on s'élève. Peut-être aussi que comme la lumière ne prend de la chaleur qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumière pour constituer un seul atome de chaleur, & que c'est par cette raison, que la lumière foible de la lune, quoique frôlée dans

l'atmosphère, comme celle du soleil, ne prend aucun degré de chaleur sensible. Si, comme le dit M. Bouguer *(h)*, l'intensité de la lumière du soleil à la surface de la terre, est trois cents mille fois plus grande que celle de la lumière de la lune, celle-ci ne peut qu'être presqu'absolument insensible, même en la réunissant au foyer des plus puissans miroirs ardens qui ne peuvent la condenser qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reste qu'une trois-centième partie d'intensité au foyer du miroir. Or y a-t-il des thermomètres assez sensibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumière trois cents fois plus foible que celle du soleil, & pourra-t-on faire des miroirs assez puissans pour la condenser davantage ?

Ainsi l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit, que la lumière puisse exister sans aucune chaleur, mais seulement que les degrés de cette chaleur sont très-différens, selon les différentes

*(h)* Essai d'Optique sur la gradation de la lumière.

circonſtances, & toujours inſenſibles lorſque la lumière eſt très-foible *(i)*. La chaleur au contraire paroît exiſter habituellement, & même ſe faire ſentir vivement ſans lumière; ce n'eſt ordinairement

*(i)* On pourroit même préſumer que la lumière en elle-même eſt compoſée de parties plus ou moins chaudes; le rayon rouge, dont les atomes ſont bien plus maſſifs & probablement plus gros que ceux du rayon violet, doit en toutes circonſtances conſerver beaucoup plus de chaleur, & cette préſomption me paroît aſſez fondée pour qu'on doive chercher à la conſtater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir au ſortir du priſme, une égale quantité de rayons rouges & de rayons violets, ſur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, & voir au thermomètre le réſultat de la chaleur des uns & des autres.

Je me rappelle une autre expérience qui ſemble démontrer que les atomes bleus de la lumière ſont plus petits que ceux des autres couleurs; c'eſt qu'en recevant ſur une feuille très mince d'or battu la lumière du ſoleil, elle ſe réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui paſſent à travers la feuille d'or, & peignent d'un beau bleu le papier blanc qu'on met à quelque diſtance derrière la feuille d'or. Ces atomes bleus ſont donc plus petits que les autres, puiſqu'ils paſſent où les autres ne peuvent paſſer: mais je n'inſiſte pas ſur les conſéquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues, dont je parlerai dans un des Mémoires ſuivans.

que quand elle devient exceſſive q
la lumière l'accompagne. Mais ce q
mettroit encore une différence bien eſſe
tielle entre ces deux modifications de
matière, c'eſt que la chaleur qui pénè
tous les corps, ne paroît ſe fixer d
aucun, & ne s'y arrêter que peu
temps, au lieu que la lumière s'incorpo
s'amortit & s'éteint dans tous ceux qui
la réfléchiſſent pas, ou qui ne la laiſſe
pas paſſer librement. Faites chauffer à to
degrés des corps de toute ſorte, to
perdront en aſſez peu de temps la chale
acquiſe, tous reviendront au degré de
température générale, & n'auront
conſéquent que la même chaleur qu
avoient auparavant. Recevez de même
lumière en plus ou moins grande qua
tité ſur des corps noirs ou blancs, bru
ou polis, vous reconnoîtrez aiſément q
les uns l'admettent, les autres la repouſſe
& qu'au lieu d'être affectés d'une manièr
uniforme, comme ils le ſont par la chaleu
ils ne le ſont que d'une manière relative
leur nature, à leur couleur, à leur pol
les noirs abſorberont plus la lumière q
les blancs, les bruts plus que les poli

Cette lumière une fois abſorbée, reſte fixe & demeure dans les corps qui l'ont admiſe, elle ne reparoît plus, elle n'en ſort pas comme le fait la chaleur; d'où l'on devroit conclure que les atomes de la lumière peuvent devenir parties conſtituantes des corps en s'uniſſant à la matière qui les compoſe; au lieu que la chaleur ne ſe fixant pas, ſemble empêcher au contraire l'union de toutes les parties de la matière & n'agir que pour les tenir ſéparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur ſe fixe à demeure dans les corps, & d'autres cas où la lumière qu'ils ont abſorbée reparoît & en ſort comme la chaleur. Les diamans, les autres pierres tranſparentes qui s'imbibent de la lumière du ſoleil; les pierres opaques, comme celle de Bologne qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un feu brillant; tous les phoſphores naturels rendent la lumière qu'ils ont abſorbée, & cette reſtitution ou déperdition de lumière ſe fait ſucceſſivement & avec le temps, à peu près comme ſe fait celle de la chaleur. Et peut-être la même choſe arrive dans

les corps opaques, en tout ou en par
Quoi qu'il en ſoit, il paroît d'après
ce qui vient d'être dit, que l'on
reconnoître deux ſortes de chaleur, l'
lumineuſe, dont le ſoleil eſt le fo
immenſe, & l'autre obſcure, dont
grand réſervoir eſt le globe terre
Notre corps, comme faiſant partie
globe, participe à cette chaleur obſcu
& c'eſt par cette raiſon qu'étant obſc
par elle-même, c'eſt-à-dire, ſans lumiè
elle eſt encore obſcure pour nous, pa
que nous ne nous en apercevons
aucun de nos ſens. Il en eſt de ce
chaleur du globe comme de ſon mo
vement, nous y ſommes ſoumis, n
y participons ſans le ſentir & ſans n
en douter. De-là il eſt arrivé que
Phyſiciens ont porté d'abord toutes le
vues, toutes leurs recherches ſur la ch
leur du ſoleil, ſans ſoupçonner qu'elle
faiſoit qu'une très-petite partie de ce
que nous éprouvons réellement; m
ayant fait des inſtrumens pour reco
noître la différence de chaleur immédia
des rayons du ſoleil en été, à celle
ces mêmes rayons en hiver, ils ont trou

avec étonnement, que cette chaleur solaire est en été soixante-six fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, & que néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différoit que d'un septième du plus grand froid de notre hiver: d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, & dont celle du soleil n'est que le complément; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur qui s'échappe de l'intérieur de la terre *(k)*, est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, & quatre cents fois en hiver plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil; je dis au moins, car quelqu'exactitude que les Physiciens, & en particulier M. de Mairan, aient apporté dans ces recherches, quelque précision qu'ils aient pu mettre dans leurs observations & dans leur calcul;

*(k)* Voyez l'Histoire de l'Académie des Sciences, *année 1702, page 7*; & le Mémoire de M. Amontons, *page 155*. — Les Mémoires de M. de Mairan, *année 1719, page 104; année 1721, page 8; année 1765, page 143*.

j'ai vu en les examinant, que le réſul
pouvoit en être porté plus haut *(1)*.

*(1)* Les Phyſiciens ont pris pour le degré
froid abſolu mille degrés au-deſſous de la congélat
il falloit plutôt le ſuppoſer de dix mille que de m
car quoique je ſois très-perſuadé qu'il n'exiſte
d'abſolu dans la Nature, & que peut-être un
de dix mille degrés n'exiſte que dans les eſp
les plus éloignés de tout ſoleil; cependant, co
il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand
poſſible, je l'aurois au moins ſuppoſé plus grand
celui dont nous pouvons produire la moitié ou
trois cinquièmes, car on a produit artificiellem
cinq cents quatre-vingt-douze degrés de fro
Péterſbourg, le 6 Janvier 1760, le froid nat
étant de trente-un degrés au-deſſous de la con
tion; & ſi l'on eût fait la même expérience en
bérie, où le froid naturel eſt quelquefois de ſoixa
dix degrés, on eût produit un froid de plu
mille degrés; car on a obſervé que le froid artif
ſuivoit la même proportion que le froid naturel.
31 : 592 :: 70 : 1336 $\frac{8}{31}$; il ſeroit donc poſſ
de produire en Sibérie un froid de treize c
trente-ſix degrés au-deſſous de la congélation;
le plus grand degré de froid poſſible doit être ſup
bien au-delà de mille ou même de treize cents tre
ſix pour en faire l'unité, à laquelle on rapporte
degrés de la chaleur, tant ſolaire que terreſtre
qui ne laiſſera pas d'en rendre la différence en
plus grande. — Une autre remarque que j'ai
en examinant la conſtruction de la table, dan
quelle M. de Mairan donne les rapports de
chaleur des émanations du globe terreſtre à

Cette grande chaleur qui réside dans l'intérieur du globe, qui sans cesse en émane à l'extérieur, doit entrer comme élément dans la combinaison de tous les autres élémens. Si le soleil est le père de la Nature, cette chaleur de la terre en est la mère, & toutes deux se réunissent pour produire, entretenir, animer les êtres organisés, & pour travailler, assimiler, composer les substances inanimées. Cette chaleur intérieure du globe qui tend

---

de la chaleur solaire pour tous les climats de la terre, c'est qu'il n'a pas pensé ou qu'il a négligé d'y faire entrer la considération de l'épaisseur du globe, plus grande sous l'équateur que sous les pôles. Cela néanmoins devroit être mis en compte, & auroit un peu changé les rapports qu'il donne pour chaque latitude. — Enfin une troisième remarque, & qui tient à la première, c'est qu'il dit (*page 160*) qu'ayant fait construire une machine qui etoit comme un extrait de mes miroirs brûlans, & ayant fait tomber la lumière réfléchie du soleil sur des thermomètres, il avoit toujours trouvé que si un miroir plan avoit fait monter la liqueur, par exemple, de trois degrés, deux miroirs dont on réuniſſoit la lumière, la faisoient monter de six degrés, & trois miroirs de neuf degrés. Or, il est aisé de sentir que ceci ne peut pas être généralement vrai, car la grandeur des degrés du thermomètre n'est fondée que sur la division en mille parties, & sur la supposition que mille degrés au-

toujours du centre à la circonférence, qui s'éloigne perpendiculairement de ſurface de la terre, eſt à mon avis, grand agent dans la Nature; l'on ne peguère douter qu'elle n'ait la principe influence ſur la perpendicularité de tige des plantes, ſur les phénomènes l'électricité, dont la principale cauſe le frottement ou mouvement en ſens contraire, ſur les effets du magnétiſme, & Mais comme je ne prétends pas faire ici

deſſous de la congélation ſont le froid abſolu; comme il s'en faut bien que ce terme ſoit celui plus grand froid poſſible, il eſt néceſſaire qu'u augmentation de chaleur double ou triple par réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqu à des hauteurs différentes de celle des degrés thermomètre, ſelon que l'expérience ſera faite un temps plus ou moins chaud; que celui où hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront moins, ſera celui des jours chauds de l'été, & les expériences ayant été faites ſur la fin de M ce n'eſt que par haſard qu'elles ont donné le réſul des augmentations de chaleur par les miroirs, portionnelles aux degrés de l'échelle du thermomè Mais j'abrège cette critique, en renvoyant à ce j'ai dit près de vingt ans avant ce Mémoire de de Mairan, ſur la conſtruction d'un thermomè réel, & ſa graduation par le moyen de mes mir brûlans. *Voyez les Mémoires de l'Acad. des Scienc année 1747.*

Traité

Traité de Physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres élémens. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons; elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité, car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur *(m)*, & les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y étoit à très-peu près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire, de dix degrés deux tiers. Et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, & que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, & que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, & que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

(m) Histoire physique de la mer, par M. le comte Marsigli, *page* 16.

Mais la terre eſt celui de tous le élémens ſur lequel cette chaleur intérieur a dû produire & produit encore les plu grands effets. On ne peut pas douter après les preuves que j'en ai données *(n)* que cette chaleur n'ait été originairemen bien plus grande qu'elle ne l'eſt aujour d'hui, ainſi on doit lui rapporter, comme la cauſe première, toutes les ſublimation précipitations, agrégations, ſéparation en un mot, tous les mouvemens qui ſont faits & ſe font chaque jour dan l'intérieur du globe, & ſur-tout dans couche extérieure où nous avons pénétr & dont la matière a été remuée par le agens de la Nature, ou par les mains d l'homme; car à une ou peut-être deu lieues de profondeur, on ne peut guè préſumer qu'il y ait eu des converſion de matière, ni qu'il s'y faſſe encore d changemens réels : toute la maſſe d globe ayant été fondue, liquéfiée par feu, l'intérieur n'eſt qu'un verre o concret ou diſeret, dont la ſubſtanc

*(n)* Voyez dans cet Ouvrage l'article de formation des Planètes; & ci-après, les articles époques de la Nature.

ſimple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur ſeule ; il n'y a donc que la couche ſupérieure & ſuperficielle qui, étant expoſée à l'action des cauſes extérieures, aura ſubi toutes les modifications que ces cauſes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'eſt-à-dire, toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des ſubſtances minérales.

Le feu qui ne paroît être, à la première vue, qu'un compoſé de chaleur & de lumière, ne ſeroit-il pas encore une modification de la matière qu'on doive conſidérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas eſſentiellement de l'une ou de l'autre, & encore moins des deux priſes enſemble? le feu n'exiſte jamais ſans chaleur, mais il peut exiſter ſans lumière. On verra par mes expériences, que la chaleur ſeule & dénuée de toute apparence de lumière, peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit auſſi que la lumière ſeule, lorſqu'elle eſt réunie, produit les mêmes effets; elle ſemble porter en elle-même une ſubſtance qui n'a pas

besoin d'aliment ; le feu ne peut subsister au contraire qu'en absorbant de l'air, & il devient d'autant plus violent qu'il en absorbe davantage, tandis que la lumière concentrée & reçue dans un vase purgé d'air, agit comme le feu dans l'air, & que la chaleur resserrée, retenue dans un espace clos, subsiste & même augmente avec une très-petite quantité d'alimens. La différence la plus générale entre le feu la chaleur & la lumière, me paroît donc consister dans la quantité, & peut-être dans la qualité de leurs alimens.

L'air est le premier aliment du feu ; les matières combustibles ne sont que le second ; j'entends par premier aliment celui qui est toujours nécessaire & sans lequel le feu ne pourroit faire aucun usage des autres. Des expériences connues de tous les Physiciens, nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vase bien fermé, absorbe en peu de temps une grande quantité d'air, & qu'elle s'éteint aussitôt que la quantité ou la qualité de cet aliment lui manque. D'autres expériences bien connues des Chimistes, prouvent

que les matières les plus combustibles, telles que les charbons ne se consument pas dans des vaisseaux bien clos, quoiqu'exposés à l'action du plus grand feu. L'air est donc le premier, le véritable aliment du feu, & les matières combustibles ne peuvent lui en fournir que par le secours & la médiation de cet élément dont il est nécessaire, avant d'aller plus loin, que nous considérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avoit la chaleur pour cause, & en comparant quelques fluides ensemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fusion que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'esprit-de-vin, & enfin excessivement moins pour y tenir le mercure, puisqu'il ne perd sa fluidité qu'au cent quatre-vingt-septième degré au-dessous de celui où l'eau perd la sienne. Cette matière, le mercure, seroit donc le plus fluide des corps si l'air ne l'étoit encore plus. Or, que nous indique cette

fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matière ! il me ſemble qu'elle ſuppoſe le moindre degré poſſible d'adhérence entre ſes parties conſtituantes, ce qu'on peut concevoir en les ſuppoſant de figure à ne pouvoir ſe toucher qu'en un point. On pourroit croire auſſi qu'étant douées de ſi peu d'énergie apparente, & de ſi peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles ſont, par cette raiſon, moins maſſives & plus légères que celles de tous les autres corps : mais cela me paroît démenti par la comparaiſon du mercure, le plus fluide des corps après l'air, & dont néanmoins les parties conſtituantes paroiſſent être plus maſſives & plus peſantes que celles de toutes les autres matières, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide ſoient plus ou moins peſantes, mais ſeulement que leur adhérence eſt d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, & leur ſéparation d'autant plus aiſée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air est donc de toutes les matières connues, celle que la chaleur divise le plus facilement, celle dont les parties lui obéissent avec le moins de résistance, celle qu'elle met le plus aisément en mouvement expansif & contraire à celui de la force attractive. Ainsi l'air est tout près de la nature du feu, dont la principale propriété consiste dans ce mouvement expansif; & quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu suffisant pour le lui communiquer, on doit cesser d'être étonné de ce que l'air augmente si fort l'activité du feu, & de ce qu'il est si nécessaire à sa subsistance: car étant de toutes les substances celle qui prend le plus aisément le mouvement expansif, ce sera celle aussi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre, ce sera celle qu'il s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voisine de la sienne; & par conséquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puissant, l'aliment le plus convenable, l'*ami* le plus intime & le plus nécessaire.

Les matières combustibles que l'on

regarde vulgairement comme les vra
alimens du feu, ne lui ſervent néanmoins
ne lui profitent en rien dès qu'elles ſon
privées du ſecours de l'air, le feu le plu
violent ne les conſume pas, & même
ne leur cauſe aucune altération ſenſible
au lieu qu'avec de l'air, une ſeule étin
celle de feu les embraſe, & qu'à meſur
qu'on fournit de l'air en plus ou moin
grande quantité, le feu devient dans l
même proportion plus vif, plus étendu
plus dévorant. De ſorte qu'on peut me
ſurer la célérité ou la lenteur avec laquel
le feu conſume les matières combuſtible
par la quantité plus ou moins grande d
l'air qu'on lui fournit. Ces matières n
ſont donc, pour le feu, que des alimen
ſecondaires, qu'il ne peut s'approprie
par lui-même, & dont il ne peut fai
uſage qu'autant que l'air s'y mêlant, le
rapproche de la nature du feu, en le
modifiant, & leur ſert d'intermède po
les y réunir.

On pourra (ce me ſemble) concevo
clairement cette opération de la Nature
en conſidérant que le feu ne réſide p
dans les corps d'une manière fixe, qu

n'y fait ordinairement qu'un séjour instantané, qu'étant toujours en mouvement expansif, il ne peut subsister dans cet état qu'avec les matières susceptibles de ce même mouvement, que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la somme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, & que dès-lors les parties les plus volatiles des matières combustibles, telles que les molécules aëriennes, huileuses, &c. obéissant sans effort à ce mouvement expansif qui leur est communiqué, elles s'élèvent en vapeurs: que ces vapeurs se convertissent en flamme par le même secours de l'air extérieur; & qu'enfin tant qu'il subsiste dans les corps combustibles quelques parties capables de recevoir, par le secours de l'air, ce mouvement d'expansion, elles ne cessent de s'en séparer pour suivre l'air & le feu dans leur route, & par conséquent se consumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matières, telles que le phosphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon qui paroissent à la première vue faire une exception à ce que

je viens de dire, car elles n'ont pas beſoin pour s'enflammer & ſe conſumer en entier, du ſecours d'un air renouvelé; leur combuſtion peut s'opérer dans les vaiſſeaux les mieux fermés; mais c'eſt par la raiſon que ces matières, qu'on doit regarder comme les plus combuſtibles de toutes, contiennent dans leur ſubſtance tout l'air néceſſaire à leur combuſtion. Leur feu produit d'abord cet air & le conſume à l'inſtant, & comme il eſt en très-grande quantité dans ces matières, il ſuffit à leur pleine combuſtion qui dès-lors n'a pas beſoin, comme toutes les autres, du ſecours d'un air étranger.

Cela ſemble nous indiquer que la différence la plus eſſentielle qu'il y a entre les matières combuſtibles & celles qui ne le ſont pas, c'eſt que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matières légères, aëriennes, huileuſes ſuſceptibles du mouvement expanſif, ou que ſi elles en contiennent, elles ſe trouvent fixées & retenues; en ſorte que quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité tout

les fois que la force du feu n'eſt pas aſſez grande pour ſurmonter la force d'adhéſion qui les retient unies aux parties fixes de la matière. On peut même dire que cette induction qui ſe tire immédiatement de mes principes, ſe trouve confirmée par un grand nombre d'obſervations bien connues des Chimiſtes & des Phyſiciens; mais ce qui paroît l'être moins, & qui cependant en eſt une conſéquence néceſſaire, c'eſt que toute matière pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter aſſez la force expanſive du feu, pour la rendre ſupérieure à la force attractive qui tient unies les parties de la matière, que nous appelons fixes; car d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu auſſi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus que ceux dont on s'eſt ſervi juſqu'à ce jour; & d'autre côté, nous ſommes aſſurés que la fixité n'eſt qu'une quantité relative, & qu'aucune matière n'eſt d'une fixité abſolue ou invincible; puiſque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or, cette dilatation n'eſt-elle pas l'indice d'un commencement de ſéparation qu'on augmente

avec le degré de chaleur juſqu'à la fuſi
& qu'avec une chaleur encore plus gran
on augmenteroit juſqu'à la volatiliſation

La combuſtion ſuppoſe quelque ch
de plus que la volatiliſation, il ſuffit po
celle-ci que les parties de la matière ſoie
aſſez diviſées, aſſez ſéparées les unes d
autres pour pouvoir être enlevées p
celles de la chaleur; au lieu que pour
combuſtion, il faut encore qu'elles ſoie
d'une nature analogue à celle du fe
ſans cela le mercure qui eſt le plus flui
après l'air, ſeroit auſſi le plus combuſtibl
tandis que l'expérience nous démontre q
quoique très-volatil il eſt incombuſtibl
Or, quelle eſt donc l'analogie ou plu
le rapport de nature que peuvent av
les matières combuſtibles avec le fe
La matière en général, eſt compoſée d
quatre ſubſtances principales, qu'on a
pelle *Élémens;* la terre, l'eau, l'air & l
feu, entrent tous quatre en plus ou moi
grande quantité dans la compoſition d
toutes les matières particulières; celles o
la terre & l'eau dominent ſeront fixes
& ne pourront devenir que volatiles p
l'action de la chaleur; celles au contrai

qui contiennent beaucoup d'air & de feu, feront les ſeules vraiment combuſtibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'eſt de concevoir nettement comment l'air & le feu, tous deux ſi volatils, peuvent ſe fixer & devenir parties conſtituantes de tous les corps, car nous prouverons que quoiqu'il y ait une plus grande quantité d'air & de feu fixes dans les matières combuſtibles, & qu'ils y ſoient combinés d'une manière différente que dans les autres matières, toutes néanmoins contiennent une quantité conſidérable de ces deux élémens; & que les matières les plus fixes & les moins combuſtibles, ſont celles qui retiennent ces élémens fugitifs avec le plus de force. Le fameux Phlogiſtique des Chimiſtes ( être de leur méthode plutôt que de la Nature ), n'eſt pas un principe ſimple & identique, comme ils nous le préſentent; c'eſt un compoſé, un produit de l'alliage, un réſultat de la combinaiſon des deux élémens, de l'air & du feu fixés dans les corps. Sans nous arrêter donc ſur les idées obſcures & incomplètes que pourroit nous fournir la conſidération de cet être

précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre élémens réels, auxquels les Chimistes, avec tous leurs nouveaux principes, seront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu en absorbant de l'air en détruit le ressort. Or, il n'y a que deux manières de détruire un ressort, la première en le comprimant assez pour le rompre, la seconde en l'étendant assez pour qu'il soit sans effet. Ce n'est pas de la première manière dont le feu peut détruire le ressort de l'air; puisque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette raréfaction augmente avec elle, & que l'expérience nous apprend qu'à une très-forte chaleur, la raréfaction de l'air est si grande, qu'il occupe alors un espace treize fois plus étendu que celui de son volume ordinaire; le ressort dès-lors en est d'autant plus foible, & c'est dans cet état qu'il peut devenir fixe & s'unir sans résistance sous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé & fixé, n'est point du tout le même que celui qui se trouve dispersé, disséminé dans la plupart

des matières, & qui conserve dans leurs pores sa nature entière; celui-ci ne leur est que mélangé & non pas uni; il ne leur tient que par une très-foible adhérence, au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimément incorporé, que souvent on ne peut l'en séparer.

Nous voyons de même que la lumière, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entièrement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe; que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe & devient dès-lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumière, transformés & fixés dans les corps, & qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes les matières, de quelque espèce que ce soit, possèdent également: cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande que celle de la chaleur qui nous vient du soleil, me paroît être

non-ſeulement un des grands reſſorts du mécaniſme de la Nature, mais en même temps un élément dont toute la matière du globe eſt pénétrée; c'eſt le feu élémentaire qui, quoique toujours en mouvement expanſif, doit par ſa longue réſidence dans la matière, & par ſon choc contre ſes parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, & s'éteindre par parties comme le fait la lumière *(o)*.

Si nous conſidérons plus particulièrement la nature des matières combuſtibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres en un mot, qui ſont placés à la ſurface du globe que le ſoleil éclaire, échauffe & vivifie; les bois, les charbons,

*(o)* Ceci même pourroit ſe prouver par une expérience qui mériteroit d'être pouſſée plus loin. J'ai recueilli ſur un miroir ardent par réflexion une aſſez forte chaleur ſans aucune lumière, au moyen d'une plaque de tôle miſe entre le brâſier & le miroir; une partie de la chaleur s'eſt réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reſte de la chaleur l'a pénétré; mais je n'ai pu m'aſſurer ſi l'augmentation de chaleur dans la matière du miroir n'étoit pas auſſi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

les tourbes, les bitumes, les résines, les huiles, les graisses, les suifs qui sont les vraies matières combustibles, puisque toutes les autres ne le sont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organisés ou de leurs détrimens? le bois & même le charbon ordinaire, les graisses, les huiles par expression, la cire & le suif ne sont que des substances extraites immédiatement des végétaux & des animaux; les tourbes, les charbons fossiles, les succins, les bitumes liquides ou concrets, sont des produits de leur mélange & de leur décomposition, dont les détrimens ultérieurs forment les soufres & les parties combustibles du fer, du zinc, des pyrites & de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je sens que cette dernière assertion ne sera pas admise, & pourra même être rejetée, sur-tout par ceux qui n'ont étudié la Nature que par la voie de la chimie; mais je les prie de considérer que leur méthode n'est pas celle de la Nature, qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher qu'autant qu'elle s'accordera avec la saine physique, autant qu'on

en bannira, non-ſeulement les expreſſio
obſcures & techniques, mais ſur-tout
principes précaires, les êtres fictifs au
quels on fait jouer le plus grand rô
ſans néanmoins les connoître. Le ſoufr
*en chimie*, n'eſt que le compoſé de l'aci
vitriolique & du phlogiſtique; quelle
parence y a-t-il donc qu'il puiſſe, com
les autres matières combuſtibles, tirer
origine du détriment des végétaux ou
animaux! A cela je réponds, même
admettant cette définition chimique,
l'acide vitriolique, & en général tous
acides, tous les alkalis ſont moins
ſubſtances de la Nature que des produ
de l'art. La Nature forme des ſels &
ſoufre, elle emploie à leur compoſitio
comme à celle de toutes les autres ſubſ
tances, les quatre élémens, beaucoup
terre & d'eau, un peu d'air & de f
entrent en quantité variable dans chaq
différente ſubſtance ſaline; moins de te
& d'eau, & beaucoup plus d'air & de fe
ſemblent entrer dans la compoſition
ſoufre. Les ſels & les ſoufres doiv
donc être regardés comme des êtres
la Nature dont on extrait, par le ſecou

le l'art de la chimie, & par le moyen lu feu, les différens acides qu'ils con- iennent; & puiſque nous avons employé e feu, & par conſéquent de l'air & des natières combuſtibles pour extraire ces cides, pouvons-nous douter qu'ils n'aient etenu, & qu'ils ne contiennent réellement des parties de matière combuſtible qui y eront entrées pendant l'extraction!

Le phlogiſtique eſt encore bien moins que l'acide, un être naturel, ce ne ſeroit même qu'un être de raiſon, ſi on ne le regardoit pas comme un compoſé d'air & de feu devenu fixe & inhérent aux autres corps. Le ſoufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogiſtique, beaucoup auſſi d'acide vitriolique; mais il a, comme toute autre matière, & ſa terre & ſon eau; d'ailleurs ſon origine indique qu'il faut une grande conſommation de matières combuſtibles pour ſa production; il ſe trouve dans les volcans, & il ſemble que la Nature ne le produiſe que par effort & par le moyen du plus grand feu; tout concourt donc à nous prouver qu'il eſt de la même nature que les autres matières combuſtibles, & que par conſéquent il

tire, comme elles, ſa première origine du détriment des êtres organiſés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décompoſition des ſubſtances animales & végétales, & contiennent en conſéquence des principes de la combuſtion. Prenons pour exemple le ſalpêtre, ne doit-il pas ſon origine à ces matières ? n'eſt-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainſi que des urines & des excrémens des animaux ? il me ſemble que l'expérience le démontre, puiſqu'on ne cherche on ne trouve le ſalpêtre que dans les habitations où l'homme & les animaux ont long-temps réſidé ; & puiſqu'il eſt immédiatement formé du détriment des ſubſtances animales & végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuſe quantité d'air & de feu fixes ! auſſi en contient-il beaucoup, & même beaucoup plus que le ſoufre, le charbon, l'huile, &c. Toutes ces matières combuſtibles ont beſoin, comme nous l'avons dit, du ſecours de l'air pour brûler, & ſe conſument d'autant plus vîte, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité ; le ſalpêtre n'en a

eſoin dès qu'il eſt mêlé avec quelques-
nes de ces matières combuſtibles, il
emble porter en lui-même le réſervoir
e tout l'air néceſſaire à ſa combuſtion :
n le faiſant détonner lentement, on le
oit ſouffler ſon propre feu, comme le
eroit un ſoufflet étranger ; en le renfer-
nant le plus étroitement, ſon feu, loin
e s'éteindre, n'en prend que plus de
orce & produit les exploſions terribles,
ur leſquelles ſont fondés nos arts meur-
iers. Cette combuſtion ſi prompte eſt
n même temps ſi complète qu'il ne
eſte preſque rien après l'inflammation,
ndis que toutes les autres matières en-
ammées laiſſent des cendres ou d'autres
éſidus qui démontrent que leur com-
uſtion n'eſt pas entière, ou, ce qui
evient au même, qu'elles contiennent
n aſſez grand nombre de parties fixes
ui ne peuvent ni ſe brûler ni même ſe
olatiliſer. On peut de même démontrer
que l'acide vitriolique contient auſſi beau-
coup d'air & de feu fixes, quoiqu'en
noindre quantité que l'acide nitreux ; &
lès-lors il tire, comme celui-ci, ſon
rigine de la même ſource, & le ſoufre

dans la compoſition duquel cet ac
entre ſi abondamment, tire, des anim
& des végétaux, tous les principes d
combuſtibilité.

Le phoſphore artificiel, qui eſt le f
mier dans l'ordre des matières comb
tibles, & dont l'acide eſt différent
l'acide nitreux & de l'acide vitriolig
ne ſe tire auſſi que du règne anim
ou, ſi l'on veut, en partie du rè
végétal élaboré dans les animaux, c'
à-dire, des deux ſources de toute ma
combuſtible. Le phoſphore s'enflam
de lui-même, c'eſt-à-dire, ſans comm
nication de matière ignée, ſans frotteme
ſans autre addition que celle du con
de l'air: autre preuve de la néceſſité
cet élément pour la combuſtion m
d'une matière qui ne paroît être compo
que du feu. Nous démontrerons dan
ſuite que l'air eſt contenu dans l'eau
une forme moyenne, entre l'état d'él
cité & celui de fixité; le feu paroît
dans le phoſphore à peu-près dans
même état moyen; car de même
l'air ſe dégage de l'eau dès que l'on
minue la preſſion de l'atmoſphère,

eu se dégage du phosphore lorsqu'on
ait cesser la pression de l'eau, où l'on est
bligé de le tenir submergé pour pouvoir
e garder & empêcher son feu de s'exalter.
Le phosphore semble contenir cet élé-
ment sous une forme obscure & condensée,
& il paroît être pour le feu obscur ce
qu'est le miroir ardent pour le feu lu-
mineux, c'est-à-dire un moyen de
condensation.

Mais sans nous soutenir plus long-temps
à la hauteur de ces considérations géné-
rales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il
sera nécessaire, suivons d'une manière
plus directe & plus particulière l'examen
du feu; tâchons de saisir ses effets, & de
les présenter sous un point de vue plus
fixe qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu, sur les différentes
substances, dépend beaucoup de la ma-
nière dont on l'applique; & le produit
de son action sur une même substance,
paroîtra différent selon la façon dont il
est administré. J'ai pensé qu'on devoit
considérer le feu dans trois états différens,
le premier relatif à sa vîtesse, le second à
son volume, & le troisième à sa masse;

ſous chacun de ces points de vue, é
élément ſi ſimple, ſi uniforme en app
rence, paroîtra pour ainſi dire, un élém
différent. On augmente la viteſſe du f
ſans en augmenter le volume apparen
toutes les fois que dans un eſpace don
& rempli de matières combuſtibles,
preſſe l'action & le développement
feu en augmentant la viteſſe de l'air
des ſoufflets, des trompes, des ven
teurs, des tuyaux d'aſpiration, &c.
tous accélèrent plus ou moins la rapi
de l'air dirigé ſur le feu; ce qui compre
comme l'on voit, tous les inſtrume
tous les fourneaux à vent, depuis
grands fourneaux de forges juſqu'à
lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par
volume toutes les fois qu'on accum
une grande quantité de matières com
tibles, & qu'on en fait rouler la cha
& la flamme dans des fourneaux de
verbère; ce qui comprend, comme l'
fait, les fourneaux de nos manufactu
de glaces, de criſtal, de verre, de p
celaine, de poterie, & auſſi ceux où j'
fond tous les métaux & les minéraux
l'excep

exception du fer; le feu agit ici par son volume, & n'a que sa propre vîtesse puisqu'on n'en augmente pas la rapidité, par des soufflets ou d'autres instrumens qui portent l'air sur le feu. Il est vrai que la forme des *tisards*, c'est-à-dire des ouvertures principales, par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puissamment qu'il ne le seroit en espace libre, mais cette augmentation de vîtesse est très-peu considérable en comparaison de la grande rapidité que lui donnent les soufflets; par ce dernier procédé on accélère l'action du feu qu'on aiguise par l'air autant qu'il est possible; par l'autre procédé on l'augmente en concentrant la flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, plusieurs moyens d'augmenter l'action du feu, soit qu'on veuille le faire agir par sa vîtesse ou par son volume; mais il n'y en a qu'un seul par lequel on puisse augmenter sa masse, c'est de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorsqu'on reçoit sur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du soleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un espace

d'autant moindre que le miroir eſt p
grand & le foyer plus court. Par exem
avec un miroir de quatre pieds de diam
& d'un pouce de foyer, il eſt clair q
la quantité de lumière ou de feu
tombe ſur le miroir de quatre pieds
trouvant réunie dans l'eſpace d'un pou
ſeroit deux mille trois cents quatre
plus denſe qu'elle ne l'étoit, ſi tou
matière incidente arrivoit ſans perte
foyer. Nous verrons ailleurs ce qui
perd effectivement; mais il nous ſuffi
de faire ſentir que quand même cette
ſeroit des deux tiers ou des trois qu
la maſſe du feu concentré au foyer d
miroir, ſera toujours ſix ou ſept
fois plus denſe qu'elle ne l'étoit
ſurface du miroir. Ici, comme dans
les autres cas, la maſſe accroît p
contraction du volume, & le feu
on augmente ainſi la denſité, a
les propriétés d'une maſſe de mat
car indépendamment de l'action d
chaleur par laquelle il pénètre les co
il les pouſſe & les déplace comm
ſeroit un corps ſolide en mouvement
en choqueroit un autre. On pourra

augmenter, par ce moyen, la denſité ou
a maſſe du feu d'autant plus qu'on per-
fectionnera davantage la conſtruction des
niroirs ardens.

Or, chacune de ces trois manières
d'adminiſtrer le feu & d'en augmenter
ou la vîteſſe, ou le volume, ou la maſſe,
produit ſur les mêmes ſubſtances des
effets ſouvent très-différens; on calcine
par l'un de ces moyens ce que l'on fond
par l'autre; on volatiliſe par le dernier ce
qui paroît réfractaire au premier; en ſorte
que la même matière donne des réſultats
ſi peu ſemblables, qu'on ne peut compter
ſur rien, à moins qu'on ne la travaille
en même temps ou ſucceſſivement par
ces trois moyens ou procédés que nous
venons d'indiquer; ce qui eſt une route
plus longue, mais la ſeule qui puiſſe nous
conduire à la connoiſſance exacte de tous
les rapports que les diverſes ſubſtances
peuvent avoir avec l'élément du feu. Et
de la même manière que je diviſe en
trois procédés généraux l'adminiſtration
de cet élément, je diviſe de même en
trois claſſes toutes les matières que l'on
peut ſoumettre à ſon action. Je mets à

part, pour un moment, celles qui so
purement combustibles & qui proviennen
immédiatement des animaux & des végé
taux; & je divise toutes les matière
minérales en trois classes relativement
l'action du feu: la première est celle de
matières, que cette action, long-temp
continuée, rend plus légères, comme
fer; la seconde, celle des matières q
cette même action du feu rend plus pe
santes, comme le plomb; & la troisièm
classe, est celle des matières sur lesquelle
comme sur l'or, cette action du feu n
paroît produire aucun effet sensible
puisqu'elle n'altère point leur pesanteu
toutes les matières existantes & possible
c'est-à-dire, toutes les substances simple
& composées, seront nécessairement com
prises dans l'une de ces trois classes. C
expériences, par les trois procédés, q
ne sont pas difficiles à faire, & qui n
demandent que de l'exactitude & du temp
pourroient nous découvrir plusieurs choi
utiles, & seroient très-nécessaires pour fo
der sur des principes réels la théorie de
chimie; cette belle science jusqu'à n
jours n'a porté que sur une nomenclatu

précaire, & sur des mots d'autant plus vagues qu'ils sont plus généraux. Le feu étant, pour ainsi dire, le seul instrument de cet art, & sa nature n'étant point connue, non plus que ses rapports avec les autres corps, on ne sait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte; on travaille donc à l'aveugle, & l'on ne peut arriver qu'à des résultats obscurs que l'on rend encore plus obscurs en les érigeant en principes. Le phlogistique, le minéralisateur, l'acide, l'alkali, &c. ne sont que des termes créés par la méthode, dont les définitions sont adoptées par convention, & ne répondent à aucune idée claire & précise, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connoîtrons pas mieux la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matières qu'on soumet à son action, il ne sera pas possible de prononcer sur la nature de ces mêmes matières d'après les opérations de la chimie; puisque chaque matière à laquelle le feu ôte ou donne quelque chose, n'est plus la substance simple que l'on voudroit connoître; mais une matière composée & mélangée, ou dénaturée & changée par l'addition ou

la ſouſtraction d'autres matières que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition & de cette ſouſtraction, le plomb & le marbre; par la ſimple calcination l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, & l'on diminue celui du marbre de près de moitié; il y a donc un quart de matière inconnue que le feu donne au premier, & une moitié d'autre matière également inconnue qu'il enlève au ſecond. Tous les raiſonnemens de la chimie ne nous ont pas démontré juſqu'ici, ce que c'eſt que cette matière donnée ou enlevée par le feu; & il eſt évident que lorſqu'on travaille ſur le plomb & ſur le marbre après leur calcination, ce ne ſont plus ces matières ſimples que l'on traite, mais d'autres matières dénaturées & compoſées par l'action du feu. Ne ſeroit-il donc pas néceſſaire avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord ſous un même coup d'œil toutes les matières que le feu ne change ni n'altère, enſuite celles que le feu détruit ou diminue, & enfin celles qu'il augmente & compoſe en s'incorporant avec elles?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque c'est une substance matérielle, il doit être sujet à la loi générale, à laquelle toute matière est soumise, il est le moins pesant de tous les corps, mais cependant il pèse; & quoique ce que nous avons dit précédemment suffise pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, & que tout le monde sera en état de répéter aisément. On pourroit d'abord soupçonner par la pesanteur réciproque des astres, que le feu en grande masse est pesant ainsi que toute autre matière ; car les astres qui sont lumineux comme le soleil, dont toute la substance paroît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des astres qui ne le sont pas: mais nous démontrerons que le feu même en très-petit volume est réellement pesant, qu'il obéit comme toute autre matière à la loi générale de la pesanteur, & que par conséquent il doit avoir, de même, des rapports d'affinités avec les autres corps ; en avoir plus ou moins avec telle ou telle substance, & n'en avoir que peu ou point

du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus peſantes comme le plomb, ſeront celles avec leſquelles il aura le plus d'affinité, & en le ſuppoſant appliqué au même degré & pendant un temps égal, celles de ces matières qui gagneront le plus en peſanteur, ſeront auſſi celles avec leſquelles cette affinité ſera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matière, eſt de retenir la ſubſtance même du feu, & de ſe l'incorporer, & cette incorporation ſuppoſe que non-ſeulement le feu perd ſa chaleur & ſon élaſticité, mais même tout ſon mouvement, puiſqu'il ſe fixe dans ces corps & en devient partie conſtituante. Il y a donc lieu de croire qu'il en eſt du feu comme de l'air qui ſe trouve ſous une forme fixe & concrète dans preſque tous les corps, & l'on peut eſpérer qu'à l'exemple du docteur Hales *(p)*, qui a ſu dégager

*(p)* Le phoſphore qui n'eſt, pour ainſi dire, qu'une matière ignée, une ſubſtance qui conſerve & condenſe le feu, ſeroit le premier objet des expériences qu'il faudroit faire, pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, & le premier inſtrument qu'il faudroit employer pour ce nouvel art.

cet air fixé dans tous les corps & en évaluer la quantité, il viendra quelque jour un Phyſicien habile qui trouvera les moyens de diſtraire le feu de toutes les matières où il ſe trouve ſous une forme fixe; mais il faut auparavant faire la table de ces matières, en établiſſant par l'expérience les différens rapports dans leſquels le feu ſe combine avec toutes les ſubſtances qui lui ſont analogues, & ſe fixe en plus ou moins grande quantité, ſelon que ces ſubſtances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il eſt évident que toutes les matières dont la peſanteur augmente par l'action du feu, ſont douées d'une force attractive, telle que ſon effet eſt ſupérieur à celui de la force expanſive, dont les particules du feu ſont animées; puiſque celle-ci s'amortit & s'éteint, que ſon mouvement ceſſe, & que d'élaſtiques & fugitives qu'étoient ces particules ignées, elles deviennent fixes, ſolides & prennent une forme concrète. Ainſi les matières qui augmentent de poids par le feu comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, &c. & toutes les autres qu'on pourra découvrir,

ſont des ſubſtances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent & ſe l'incorporent. Toutes les matières au contraire, qui comme le fer, le cuivre, &c. deviennent plus légères à meſure qu'on les calcine ſont des ſubſtances dont la force attractive relativement aux particules ignées, eſt moindre que la force expanſive du feu & c'eſt ce qui fait que le feu, au lieu de ſe fixer dans ces matières, en enlève au contraire, & en chaſſe les parties les moins liées qui ne peuvent réſiſter à ſon impulſion. Enfin celles qui, comme l'or, la plaine, l'argent, le grès, &c. ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, & qu'il ne fait, pour ainſi dire, que traverſer ſans en rien enlever & ſans y rien laiſſer, ſont des ſubſtances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, & ne pouvant ſe joindre avec lui, ne peuvent par conſéquent ni le retenir ni l'accompagner en ſe laiſſant enlever. Il eſt évident que les matières des deux premières claſſes ont avec le feu un certain degré d'affinité, puiſque celles de la ſeconde claſſe ſe chargent du feu qu'elles retiennent, & que le feu ſe charge de celles de la

première classe & qu'il les emporte ; au lieu que les matières de la troisième classe auxquelles il ne donne ni n'ôte rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, & sont, pour ainsi dire, indifférentes à son action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette division de toutes les matières en trois classes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la division plus particulière & moins absolue de toutes les matières en deux autres classes, qu'on a jusqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature, qui, dit-on, est toujours vitrescible ou calcaire. Notre nouvelle division n'est qu'un point de vue plus élevé, sous lequel il faut les considérer pour tâcher d'en déduire la connoissance même, de l'agent qu'on emploie par les différens rapports que le feu peut avoir avec toutes les substances auxquelles on l'applique ; faute de comparer ou de combiner ces rapports, ainsi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, & même dans

des erreurs très-préjudiciables *(q)*.

*(q)* Je vais en donner un exemple récent. Deux habiles Chimistes (M.rs Pott & d'Arcet), ont soumis un grand nombre de substances à l'action du feu ; le premier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'Ouvrage de M. Pott, & qu'il ne faut qu'un coup d'œil sur la planche gravée de ce fourneau, pour reconnoître que par sa construction, il peut, quoique sans soufflets, faire à peu-près autant d'effet que s'il en étoit garni, car au moyen des longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut & par le bas, l'air y arrive & circule avec une rapidité d'autant plus grande, que les tuyaux sont mieux proportionnés ; ce sont des soufflets constans, & dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne & si simple que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise *que ce fourneau est un problème pour lui..... qu'il est persuadé que M. Pott a dû se servir de soufflets*, &c. tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut par sa construction à l'action des soufflets, & que par conséquent il n'avoit pas besoin d'y avoir recours, que d'ailleurs ce fourneau est encore exempt de vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire que *l'action alterne, sans cesse renaissante & expirante, jette du trouble & de l'inégalité sur celle du feu*, ce qui ne peut arriver ici, puisque par la construction du fourneau, l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, & que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue & toujours uniforme : ainsi M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir

On pourroit donc dire avec les

pour appliquer le feu; c'eſt-à-dire, un moyen par lequel, comme par les ſoufflets, on augmente la vîteſſe du feu, en le preſſant inceſſamment par un air toujours renouvelé; & toutes les fuſions qu'il a faites par ce moyen, & dont j'ai répété quelques-unes, comme celle du grès, du quartz, &c. ſont très-réelles, quoique M. d'Arcet les nie; car pourquoi les nie-t-il? c'eſt que de ſon côté, au lieu d'employer, comme M. Pott, le premier de nos procédés généraux, c'eſt-à-dire, le feu par ſa vîteſſe accélérée autant qu'il eſt poſſible par le mouvement rapide de l'air, moyen par lequel il eût obtenu les mêmes réſultats, il s'eſt ſervi du ſecond procédé, & n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, ſans ſoufflets ou ſans équivalent, dans lequel par conſéquent le feu ne devoit pas produire les mêmes effets, mais devoit en donner d'autres, que par la même raiſon, le premier procédé ne pouvoit pas produire; ainſi les contradictions entre les réſultats de ces deux habiles Chimiſtes, ne ſont qu'apparentes & fondées ſur deux erreurs évidentes. La première, conſiſte à croire que le feu le plus violent eſt celui qui eſt en plus grand volume; & la ſeconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes réſultats, de quelque manière qu'on l'applique: cependant ces deux idées ſont fauſſes; la conſidération des vérités contraires eſt encore une des premières pierres qu'il faudroit poſer aux fondemens de la Chimie; car ne ſeroit-il pas très-néceſſaire avant tout, & pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les Chimiſtes ne perdiſſent pas de vue qu'il y a trois moyens généraux & très-différens l'un

Naturaliſtes, que tout eſt vitreſcible dans

de l'autre, d'appliquer le feu violent? Le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguiſe, exalte au plus haut degré par la vîteſſe de l'air, ſoit par des ſoufflets, ſoit par un fourneau ſemblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité: on voit par l'effet de la lampe d'Emailleur, qu'avec une quantité de feu preſqu'infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit, que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le ſecond moyen eſt d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très-grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine & de verrerie, où le feu n'eſt fort que par ſon volume, où ſon action eſt tranquille, & n'eſt pas exaltée par un renouvellement très-rapide de l'air. Le troiſième moyen eſt d'appliquer le feu en très-petit volume, mais en augmentant ſa maſſe & ſon intenſité au point de le rendre plus fort que par le ſecond moyen, & plus violent que par le premier; & ce moyen de concentrer le feu & d'en augmenter la maſſe par les miroirs ardens, eſt encore le plus puiſſant de tous.

Or, chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de réſultats différens; ſi par le premier moyen on fond & vitrifie telles & telles matières, il eſt très poſſible que par le ſecond moyen on ne puiſſe vitrifier ces mêmes matières, & qu'au contraire on en puiſſe fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; & enfin, il eſt tout auſſi poſſible que par le troiſième moyen on obtienne encore pluſieurs réſultats ſemblables ou différens de ceux qu'ont fournis les deux premiers

la Nature, à l'exception de ce qui eſt

moyens. Dès-lors un Chimiſte qui, comme M. Pott n'emploie que le premier moyen, doit ſe borner à donner les réſultats fournis par ce moyen, faire, comme il l'a fait, l'énumération des matières qu'il a fondues, mais ne pas prononcer ſur la non-fuſibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le ſecond ou le troiſième moyen; enfin, ne pas dire affirmativement & excluſivement, en parlant de ſon fourneau, *qu'en une heure de temps, ou deux au plus, il met en fonte tout ce qui eſt fuſible dans la Nature.* Et par la même raiſon, un autre Chimiſte qui, comme M. d'Arcet, ne s'eſt ſervi que du ſecond moyen, tombe dans l'erreur, s'il ſe croit en contradiction avec celui qui ne s'eſt ſervi que du premier moyen, & cela parce qu'il n'a pu fondre pluſieurs matières que l'autre a fait couler, & qu'au contraire, il a mis en fuſion d'autres matières que le premier n'avoit pu fondre; car ſi l'un ou l'autre ſe fût aviſé d'employer ſucceſſivement les deux moyens, il auroit bien ſenti qu'il n'étoit point en contradiction avec lui-même, & que la différence des réſultats ne provenoit que de la différence des moyens employés. Que réſulte-t-il donc de réel de tout ceci, ſinon qu'il faut ajouter à la liſte des matières fondues par M. Pott, celles de M. d'Arcet, & ſe ſouvenir ſeulement que pour fondre les premières, il faut le premier moyen; & le ſecond pour fondre les autres! Il n'y a par conſéquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott & celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes; mais tous deux après cette conciliation, auroient encore tort de conclure qu'ils ont

calcaire; que les quartz, les cristaux, les

fondu par ces deux moyens tout ce qui est fusible dans la Nature, puisque l'on peut démontrer que par le troisième moyen, c'est-à-dire, par les miroirs ardens, on fond & vitrifie, on volatilise & même on brûle quelques matières qui leur ont également paru fixes & réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas sur plusieurs choses de détail qui cependant mériteroient animadversion, parce qu'il est toujours utile de ne pas laisser germer des idées erronées ou des faits mal vus, & dont on peut tirer de fausses conséquences. M. d'Arcet dit qu'il a remarqué constamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon : oui sans doute, si ce feu n'est pas excité par le vent; mais toutes les fois que le charbon ardent sera vivifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui sera plus active, & produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même, lorsqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raison de leur épaisseur, cela ne peut être vrai que dans le seul cas où les fourneaux étant supposés égaux, le feu qu'ils contiennent, seroit en même temps animé par deux courans d'air, égaux en volume & en rapidité; la violence du feu dépend presque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime. Je puis le démontrer par ma propre expérience : j'ai vu le grès que M. d'Arcet croit infusible, couler & se couvrir d'émail, par le moyen de deux bons soufflets, mais sans le secours d'aucun fourneau & à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'est pas d'augmenter la chaleur, mais de la conserver, & ils la conservent d'autant plus long-temps qu'ils sont plus épais.

pierres précieuses, les cailloux, les grès, les granites, porphyres, agates, ardoises, gypses, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes avec tous les métaux & autres minéraux, sont vitrifiables par le feu de nos fourneaux, ou par celui des miroirs ardens; tandis que les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes, & les autres substances qui proviennent du détriment des coquilles & des madrépores, ne peuvent se réduire en fusion par ces moyens. Cependant je suis persuadé que si l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux, & sur-tout la puissance des miroirs ardens, on arrivera au point de faire fondre ces matières calcaires qui paroissent être d'une nature différente de celle des autres; puisqu'il y a mille & mille raisons de croire qu'au fond, leur substance est la même, & que le verre est la base commune de toutes les matières terrestres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même, pour comparer la force du feu selon qu'on emploie, ou sa vîtesse ou son volume ou sa masse, j'ai trouvé que le feu des plus grands & des plus

puiſſans fourneaux de verrerie, n'eſt qu'un feu foible en comparaiſon de celui de fourneaux à ſoufflets, & que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent, eſt encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-ſix heures, dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle en Bourgogne, où l'on fait des glaces auſſi grandes & auſſi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, & où le feu eſt auſſi violent; j'ai tenu, dis-je, pendant trente-ſix heures à ce feu, de la mine de fer, ſans qu'elle ſe ſoit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune manière; tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge; ainſi ce dernier feu eſt bien ſupérieur à l'autre. De même j'ai fondu ou volatiliſé au miroir ardent pluſieurs matières que ni le feu des fourneaux de réverbère, ni celui des plus puiſſans ſoufflets n'avoit pu fondre, & je me ſuis convaincu que ce dernier moyen eſt le plus puiſſant de tous; mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage, le détail de ces expériences importantes, dont je me

contente d'indiquer ici le réſultat général.

On croit vulgairement que la flamme eſt la partie la plus chaude du feu, cependant rien n'eſt plus mal fondé que cette opinion ; car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aiſées & les plus familières. Préſentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer, un linge pour le ſécher ou le chauffer, il vous faudra le double & le triple du temps pour lui donner le degré de ſéchereſſe ou de chaleur que vous lui donnerez en l'expoſant à un braſier ſans flamme, ou même à un poële bien chaud. La flamme a été très-bien caractériſée par Newton, lorſqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma eſt fumus candens*), & cette fumée ou vapeur qui brûle n'a jamais la même quantité, la même intenſité de chaleur que le corps combuſtible duquel elle s'échappe; ſeulement en s'élevant & s'étendant au loin elle a la propriété de communiquer le feu, & de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du braſier, qui ſeule ne ſuffiroit pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une attention particulière. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que pour la bien entendre il falloit s'aider, non-seulement des faits qui paroissent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles, dont le succès ne me paroît laisser aucun doute sur la manière dont se fait cette opération de la Nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au sortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps son incandescence, & cesse d'être rouge, après une heure ou deux, suivant l'épaisseur plus ou moins grande du lingot. Si dans ce moment qu'il cesse de nous paroître rouge on le tire du moule, les parties inférieures seront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge subsiste on pourra enflammer, allumer les matières combustibles qu'on appliquera sur ce lingot; mais dès qu'il a perdu cet état d'incandescence, il y a des matières en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer; & cependant la chaleur qu'il répand est peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille qui néanmoins

communiqueroit l'inflammation à toutes ces matières ; cela m'a fait penser que la flamme étant nécessaire à la communication du feu, il y avoit de la flamme dans toute incandescence : la couleur rouge semble en effet nous l'indiquer ; mais par l'habitude où l'on est de ne regarder comme flamme que cette matière légère qu'agite & qu'emporte l'air, on n'a pas pensé qu'il pouvoit y avoir de la flamme assez dense pour ne pas obéir comme la flamme commune à l'impulsion de l'air ; & c'est ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant par degrés de ligne & de demi-ligne, des matières combustibles, près de la surface du métal en incandescence & dans l'état qui suit l'incandescence *(r)*.

Je suis donc convaincu que les matières incombustibles & même les plus fixes, telles que l'or & l'argent, sont, dans l'état d'incandescence, environnées d'une flamme dense qui ne s'étend qu'à une très-petite distance, & qui, pour

*(r)* Voyez le détail de ces expériences dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

ainsi dire, est attachée à leur surface, & je conçois aisément que quand la flamme devient dense à un certain degré, elle cesse d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge qui sort de tous les corps en incandescence & vient frapper nos yeux, est l'évaporation de cette flamme dense qui environne le corps en se renouvelant incessamment à sa surface; & la lumière du soleil même n'est-elle pas l'évaporation de cette flamme dense dont brille sa surface avec si grand éclat! cette lumière ne produit-elle pas, lorsqu'on la condense, les mêmes effets que la flamme la plus vive! ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude & d'énergie! ne résiste-t-elle pas comme notre flamme dense à l'impulsion de l'air! ne suit-elle pas toujours une route directe que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier ni changer! puisqu'en soufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort soufflet sur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumière dont il est composé, & qu'on doit la regarder comme une

vraie flamme plus pure & plus denſe que toutes les flammes de nos matières combuſtibles.

C'eſt donc par la lumière que le feu ſe communique, & la chaleur ſeule ne peut produire le même effet que quand elle devient aſſez forte pour être lumineuſe. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puiſſe être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer deux corps que quand ils ſeront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élément deſtructeur du feu, & par lequel ſeul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins lorſque dans un vaiſſeau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin* (*ſ*), on la pénètre d'une aſſez grande quantité de feu pour la rendre lumineuſe, & capable de fondre le plomb & l'étain; tandis que quand elle n'eſt que

(*ſ*) Dans le *Digeſteur* de Papin, la chaleur de l'eau eſt portée au point de fondre le plomb & l'étain qu'on y a ſuſpendu avec du fil de fer ou de laiton. *Muſſchenbroek, Eſſais de phyſique, page 434*, cité par M. de Mairan, *Diſſertation ſur la glace, page 192.*

bouillante, loin de propager & de com-
muniquer le feu, elle l'éteint ſur le champ.
Il eſt vrai que la chaleur ſeule ſuffit pour
préparer & diſpoſer les corps combuſtibles
à l'inflammation, & les autres à l'incan-
deſcence; la chaleur chaſſe des corps
toutes les parties humides, c'eſt-à-dire, de
l'eau qui de toutes les matières eſt celle qui
s'oppoſe le plus à l'action du feu; & ce
qui eſt remarquable, c'eſt que cette même
chaleur qui dilate tous les corps ne laiſſe
pas de les durcir en les ſéchant; je l'ai
reconnu cent fois, en examinant les pierres
de mes grands fourneaux, ſur-tout les
pierres calcaires, elles prennent une aug-
mentation de dureté proportionnée au
temps qu'elles ont éprouvé la chaleur;
celles, par exemple, des parois extérieures
du fourneau, & qui ont reçu ſans inter-
ruption, pendant cinq ou ſix mois de
ſuite, quatre-vingts ou quatre-vingt-cinq
degrés de chaleur conſtante, deviennent
ſi dures, qu'on a de la peine à les entamer
avec les inſtrumens ordinaires du tailleur
de pierres; on diroit qu'elles ont changé
de qualité, quoique néanmoins elles le
conſervent à tous autres égards, car ce
même

mêmes pierres n'en font pas moins de la chaux comme les autres lorsqu'on leur applique le degré de feu nécessaire à cette opération.

Ces pierres devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même temps spécifiquement plus pesantes *(t)*; de-là, j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve & même confirme pleinement, que la chaleur, quoique en apparence, toujours fugitive, & jamais stable dans les corps qu'elle pénètre, & dont elle semble constamment s'efforcer de sortir, y dépose néanmoins d'une manière très-stable beaucoup de parties qui s'y fixent & remplacent en quantité, même plus grande, les parties aqueuses & autres qu'elle en a chassées. Mais ce qui paroît contraire ou du moins très-difficile à concilier ici, c'est que cette même pierre calcaire qui devient spécifiquement plus pesante par l'action d'une chaleur modérée long-temps continuée, devient tout-à-coup plus légère de près

*(t)* Voyez sur cela les expériences dont je rends compte dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

d'une moitié de ſon poids dès qu'on la ſoumet au grand feu néceſſaire à ſa calcination, & qu'elle perd en même temps non-ſeulement toute la dureté qu'elle avoit acquiſe par l'action de la ſimple chaleur, mais même ſa dureté naturelle, c'eſt-à-dire, la cohérence de ſes parties conſtituantes; effet ſingulier dont je renvoie l'explication à l'article ſuivant où je traiterai de l'air, de l'eau & de la terre, parce qu'il me paroît tenir encore plus à la nature de ces trois élémens qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'eſt ici le lieu de parler de la calcination priſe généralement, elle eſt pour les corps fixes & incombuſtibles ce qu'eſt la combuſtion pour les matières volatiles & inflammables; la calcination a beſoin comme la combuſtion, du ſecours de l'air; elle s'opère d'autant plus vîte qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air; ſans cela le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer que les matières qui contiennent en elles-mêmes ce qui fourniſſent à meſure qu'elles brûlent ou ſe calcinent, tout l'air néceſſaire à la combuſtion ou à la calcination des ſubſtances

avec lesquelles on les mêle. Cette nécessité du concours de l'air dans la calcination comme dans la combustion, indique qu'il y a plus de choses communes entr'elles qu'on ne l'a soupçonné. L'application du feu est le principe de toutes deux, celle de l'air en est la cause seconde & presque aussi nécessaire que la première; mais ces deux causes se combinent inégalement, selon qu'elles agissent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force sur des substances différentes; il faut pour en raisonner juste, se rappeler les effets de la calcination & les comparer entr'eux & avec ceux de la combustion.

La combustion s'opère promptement & quelquefois se fait en un instant, la calcination est toujours plus lente, & quelquefois si longue qu'on la croit impossible: à mesure que les matières sont plus inflammables & qu'on leur fournit plus d'air, la combustion s'en fait avec plus de rapidité; & par la raison inverse, à mesure que les matières sont plus incombustibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur. Et lorsque les parties constituantes d'une substance telle que

l'or, sont non-seulement incombustibles, mais paroissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination & la combustion comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore qui est le plus inflammable de tous les corps & par l'or qui de tous est le plus fixe & le moins combustible; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes; de sorte que dans les points milieux, il se trouvera des substances qui éprouveront au feu, combustion & calcination en degré presque égal; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, & que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres & les autres résidus des matières les plus combustibles, ne démontrent-ils pas que

feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brûlées, & que par conséquent un peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de combustion ! La petite flamme qui s'élève de la plupart des matières qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même qu'il s'y fait un peu de combustion ! ainsi nous ne devons pas séparer ces deux effets si nous voulons bien saisir les résultats de l'action du feu sur les différentes substances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combustion détruit les corps ou du moins en diminue toujours le volume ou la masse en raison de la quantité de matière qu'elle enlève ou consume; la calcination fait souvent le contraire, & augmente la pesanteur d'un grand nombre de matières; doit-on dès-lors considérer ces deux effets, dont les résultats sont si contraires, comme des effets du même ordre ? L'objection paroît fondée & mérite réponse, d'autant que c'est ici le point le plus difficile de la question. Je crois néanmoins pouvoir y satisfaire pleinement. Considérons pour cela une matière dans laquelle nous

ſuppoſerons moitié de parties fixes
moitié de parties volatiles ou combuſtible
il arrivera, par l'application du feu, q
toutes ces parties volatiles ou combu
tibles, ſeront enlevées ou brûlées, & p
conſéquent ſéparées de la maſſe totale
dès-lors cette maſſe ou quantité de matiè
ſe trouvera diminuée de moitié, comm
nous le voyons dans les pierres calcaire
qui perdent au feu près de la moitié d
leur poids. Mais ſi l'on continue à appl
quer le feu pendant un très-long-temp
à cette moitié toute compoſée de partie
fixes, n'eſt-il pas facile de concevoir qu
toute combuſtion, toute volatiliſation étan
ceſſées, cette matière au lieu de continue
à perdre de ſa maſſe, doit au contrair
en acquérir aux dépens de l'air & du feu
dont on ne ceſſe de la pénétrer; & celle
qui, comme le plomb, ne perdent rien
mais gagnent par l'application du feu,
ſont des matières déjà calcinées, préparée
par la Nature au degré où la combuſtion
a ceſſé, & ſuſceptibles par conſéquen
d'augmenter de peſanteur dès les premier
inſtans de l'application du feu! Nou
avons vu que la lumière s'amortit &

s'éteint à la surface de tous les corps qui ne la réfléchissent pas ; nous avons vu que la chaleur, par sa longue résidence, se fixe en partie dans les matières qu'elle pénètre ; nous savons que l'air presque aussi nécessaire à la calcination qu'à la combustion, & toujours d'autant plus nécessaire à la calcination que les matières ont plus de fixité, se fixe lui-même dans l'intérieur des corps & en devient partie constituante ; dès-lors n'est-il pas très-naturel de penser que cette augmentation de pesanteur ne vient que de l'addition des particules de lumière, de chaleur & d'air qui se sont enfin fixées & unies à une matière, contre laquelle elles ont fait tant d'efforts sans pouvoir ni l'enlever ni la brûler! cela est si vrai, que quand on leur présente ensuite une substance combustible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie ou plutôt de conformité de nature, elles s'en saisissent avidement, quittent la matière fixe à laquelle elles n'étoient, pour ainsi dire, attachées que par force, reprennent par conséquent leur mouvement naturel, leur élasticité, leur volatilité, & partent toutes avec la

matière combuſtible, à laquelle elle viennent de ſe joindre. Dès-lors le métal ou la matière calcinée, à laquelle vous avez rendu ces parties volatiles qu'elle avoit perdues par ſa combuſtion, reprend ſa première forme, & ſa peſanteur ſe trouve diminuée de toute la quantité de particules de feu & d'air qui s'étoient fixées, & qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combuſtion. Tout cela s'opère par la ſeule loi des affinités; & après ce qui vient d'être dit, il me ſemble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal ſe réduit, que d'entendre comment il ſe précipite en diſſolution; la cauſe eſt la même & les effets ſont pareils. Un métal diſſous par un acide ſe précipite lorſqu'on préſente à cet acide une autre ſubſtance avec laquelle il a plus d'affinité qu'avec le métal, l'acide le quitte alors & le laiſſe tomber; de même ce métal calciné, c'eſt-à-dire, chargé de parties d'air, de chaleur & de feu qui s'étant fixées le tiennent ſous la forme d'une chaux ſe précipitera, ou ſi l'on veut ſe réduira lorſqu'on préſentera à ce feu &

à cet air fixés, des matières combustibles avec lesquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal qui reprendra sa première forme dès qu'il sera débarrassé de cet air & de ce feu superflus, & qu'il aura repris, aux dépens des matières combustibles qu'on lui présente, les parties volatiles qu'il avoit perdues.

Cette explication me paroît si simple & si claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y opposer. L'obscurité de la chimie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généralisé les principes, & qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute physique. Les Chimistes ont adopté les affinités sans les comprendre, c'est-à-dire, sans entendre le rapport de la cause à l'effet, qui néanmoins n'est autre que celui de l'attraction universelle; ils ont créé leur phlogistique sans savoir ce que c'est, & cependant c'est de l'air & du feu fixes; ils ont formé, à mesure qu'ils en ont eu besoin, des êtres idéaux, des *minéralisateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues, que l'acception en est plus générale. J'ose

dire que M. Macquer *(u)* & M. de Morveaux *(x)*, ſont les premiers de nos Chimiſtes qui aient commencé à parler françois *(y)*. Cette ſcience va donc naître puiſqu'on commence à la parler; & on la parlera d'autant mieux, on l'entendra d'autant plus aiſément qu'on en bannira le plus de mots techniques, qu'on renoncera de meilleure foi à tous ces petits principes ſecondaires tirés de la méthode, qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationelle, qu'on cherchera avec plus de ſoin à les ramener aux loix de la Nature, & qu'on ſacrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer d'une manière précaire & ſelon l'art, les phénomènes de

*(u)* Dictionnaire de Chimie. *Paris, 1766.*

*(x)* Digreſſions académiques. *Dijon, 1772.*

*(y)* Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paroît l'Ouvrage de M. Baumé, qui a pour titre, *Chimie expérimentale & raiſonnée.* L'Auteur, non-ſeulement y parle une langue intelligible, mais il s'y montre par-tout auſſi bon Phyſicien que grand Chimiſte, & j'ai eu la ſatisfaction de voir que quelques-unes de ſes idées générales s'accordent avec les miennes.

la compoſition ou de la décompoſition des ſubſtances à la difficulté de les préſenter pour tels qu'ils ſont, c'eſt-à-dire, pour des effets particuliers dépendans d'effets plus généraux, qui ſont les ſeules vraies cauſes, les ſeuls principes réels auxquels on doive s'attacher ſi l'on veut avancer la ſcience de la philoſophie naturelle.

Je crois avoir démontré *(z)* que toutes les petites loix des affinités chimiques, qui paroiſſent ſi variables, ſi différentes entr'elles, ne ſont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matière; que cette grande loi toujours conſtante, toujours la même, ne paroît varier que par ſon expreſſion, qui ne peut pas être la même lorſque la figure des corps entre comme un élément dans leur diſtance. Avec cette nouvelle clef on pourra ſcruter les ſecrets les plus profonds de la Nature, on pourra parvenir à connoître la figure des parties primitives des différentes ſubſtances; aſſigner les loix & les degrés de leurs affinités; déterminer

*(z)* Voyez dans cet Ouvrage, l'article qui a pour titre, *de la Nature, ſeconde vue.*

les formes qu'elles prendront en se réunissant, &c. Je crois de même avoir fait entendre comment l'impulsion dépend de l'attraction, & que quoiqu'on puisse la considérer comme une force différente, elle n'est néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique & générale. J'ai présenté la communication du mouvement comme impossible, autrement que par le ressort, d'où j'ai conclu que tous les corps de la Nature sont plus ou moins élastiques, & qu'il n'y en a aucun qui soit parfaitement dur, c'est-à-dire, entièrement privé de ressort, puisque tous sont susceptibles de recevoir du mouvement. J'ai tâché de faire connoître comment cette force unique pouvoit changer de direction, & d'attractive devenir tout-à-coup répulsive. Et de ces grands principes qui tous sont fondés sur la mécanique rationelle, j'ai essayé de déduire les principales opérations de la Nature, telle que la production de la lumière, de la chaleur, du feu & de leur action sur les différentes substances : ce dernier objet qui nous intéresse le plus est un champ vaste, dont le défrichement suppose plus d'un siècle,

& dont je n'ai pu cultiver qu'un eſpace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuſes, les inſtrumens dont je me ſuis ſervi. Ces inſtrumens ſont les trois moyens d'employer le feu par ſa vîteſſe, par ſon volume & par ſa maſſe, en l'appliquant concurremment aux trois claſſes des ſubſtances, qui toutes, ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne gagnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites ſur le refroidiſſement des corps, ſur la peſanteur réelle du feu, ſur la nature de la flamme; ſur le progrès de la chaleur, ſur ſa communication, ſa déperdition, ſa concentration, ſur ſa violente action ſans flamme, &c. ſont encore autant d'inſtrumens qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en ſervir, & produiront une très-ample moiſſon de connoiſſances utiles.

# *DES ÉLÉMENS.*

## SECONDE PARTIE,

### *De l'AIR, de l'EAU & de la TERRE.*

NOUS avons vu que l'air eſt l'adminicule néceſſaire & le premier aliment du feu qui ne peut ni ſubſiſter ni ſe propager, ni s'augmenter qu'autant qu'il ſe l'aſſimile, le conſomme ou l'emporte; tandis que de toutes les ſubſtances matérielles, l'air eſt au contraire celle qui paroît exiſter le plus indépendamment & ſubſiſter le plus aiſément, le plus conſtamment ſans le ſecours ou la préſence du feu; car quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à peu-près que les autres matières à la ſurface de la terre, il pourroit s'en paſſer, & il lui en faut infiniment moins qu'à toute autre pour entretenir ſa fluidité, puiſque les froids les plus exceſſifs, ſoit naturels, ſoit artificiels ne lui font rien perdre de ſa nature; que les condenſations les plus fortes ne ſont pas

capables de rompre ſon reſſort; que le feu actif ou plutôt actuellement en exercice ſur les matières combuſtibles, eſt le ſeul agent qui puiſſe altérer ſa nature en le raréfiant, c'eſt-à-dire, en affoibliſſant, en étendant ſon reſſort juſqu'au point de le rendre ſans effet & de détruire ainſi ſon élaſticité. Dans cet état de trop grande expanſion & d'affoibliſſement extrême de ſon reſſort, & dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air eſt capable de reprendre ſon élaſticité, à meſure que les vapeurs des matières combuſtibles qui l'avoient affoiblie, s'évaporeront & s'en ſépareront. Mais ſi le reſſort a été totalement affoibli & ſi prodigieuſement étendu qu'il ne puiſſe plus ſe reſſerrer ni ſe reſtituer, ayant perdu toute ſa puiſſance élaſtique, l'air de volatil qu'il étoit auparavant devient une ſubſtance fixe qui s'incorpore avec les autres ſubſtances & fait dès-lors partie conſtituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact ou dans leſquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme il ne peut plus abandonner le feu, que pour s'unir comme matière fixe à d'autres ma-

tières fixes; & s'il en reſte quelques parties inſéparables du feu, elles font dès-lors portion de cet élément, elles lui ſervent de baſe & ſe dépoſent avec lui dans les ſubſtances qu'ils échauffent & pénètrent enſemble. Cet effet qui ſe manifeſte dans toutes les calcinations eſt d'autant plus ſûr & d'autant plus ſenſible que la chaleur eſt appliquée plus long-temps; la combuſtion ne demande que peu de temps pour ſe faire même complètement, au lieu que toute calcination ſuppoſe beaucoup de temps; il faut pour l'accélérer amener à la ſurface, c'eſt-à-dire, préſenter ſucceſſivement à l'air les matières que l'on veut calciner, il faut les fondre ou les diviſer en parties impalpables pour qu'elles offrent à cet air plus de ſuperficie; il faut même ſe ſervir de ſoufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu, que pour établir un courant d'air ſur la ſurface des matières ſi l'on veut preſſer leur calcination; & pour la compléter avec tous ces moyens il faut ſouvent beaucoup de temps *(a)*; d'où l'on doit conclure

*(a)* Je ne ſais ſi l'on ne calcineroit pas l'or, non pas en le tenant comme Boyle ou Kunkel,

qu'il faut auſſi une aſſez longue réſidence de l'air devenu fixe dans les ſubſtances terreſtres pour qu'il s'établiſſe à demeure ſous cette nouvelle forme.

Mais il n'eſt pas néceſſaire que le feu ſoit violent pour faire perdre à l'air ſon élaſticité ; le plus petit feu & même une chaleur très-médiocre dès qu'elle eſt immédiatement & conſtamment appliquée ſur une petite quantité d'air, ſuffiſent pour en détruire le reſſort, & pour que cet air ſans reſſort ſe fixe enſuite dans les corps il ne faut qu'un peu plus ou un peu moins de temps, ſelon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir ſous cette nouvelle forme avec les matières auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des

---

pendant un très-long temps, dans un fourneau de verrerie, où la vîteſſe de l'air n'eſt pas grande, mais en le mettant près de la tuyère d'un bon fourneau à vent, & le tenant en fuſion dans un vaiſſeau ouvert, où l'on plongeroit une petite ſpatule ; qu'on ajuſteroit de manière qu'elle tourneroit inceſſamment & remueroit continuellement l'or en fuſion ; car il n'y a pas de comparaiſon entre la force de ces feux, parce que l'air eſt ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

animaux & même des végétaux eſt encore aſſez puiſſante pour produire cet effet : les degrés de chaleur ſont différens dans les différens genres d'animaux, & à commencer par les oiſeaux qui ſont les plus chauds de tous, on paſſe ſucceſſivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacées qui le ſont moins ; aux reptiles, aux poiſſons, aux inſectes qui le ſont beaucoup moins ; & enfin aux végétaux dont la chaleur eſt ſi petite qu'elle a paru nulle aux Obſervateurs *(b)* ; quoiqu'elle ſoit très-réelle & qu'elle ſurpaſſe en hiver celle de l'atmoſphère. J'ai obſervé ſur un grand nombre de gros arbres coupés dans un

*(b)* « Dans toutes les expériences que j'ai tentées » (dit le docteur Martine), je n'ai pu découvrir » qu'aucun des végétaux acquît en vertu du principe » de vie, un degré de chaleur ſupérieur à celui du » milieu environnant, & qui pût être diſtingué ; » au contraire, tous les animaux, quelque peu que » leur vie ſoit animée, ont un degré de chaleur plus » conſidérable que celui de l'air ou de l'eau où ils » vivent. » *Eſſais ſur les thermomètres, article XXXVII, édition in-12. Paris, 1751.* — « On ne découvre au » toucher aucun degré de chaleur dans les plantes, » ſoit dans leurs larmes, ſoit dans le cœur de leur » tige. » *Bacon, nov. Organ. 11, 12.*

temps froid, que leur intérieur étoit très-sensiblement chaud; & que cette chaleur duroit pendant plusieurs minutes après leur abattage : ce n'est pas le mouvement violent de la coignée ou le frottement brusque & réitéré de la scie qui produisent seuls cette chaleur; car en fendant ensuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il étoit chaud à deux ou trois pieds de distance de l'endroit où l'on avoit placé les coins, & que par conséquent, il avoit un degré de chaleur assez sensible dans tout son intérieur. Cette chaleur n'est que très-médiocre tant que l'arbre est jeune & qu'il se porte bien; mais dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la sève qui n'y circule plus avec la même liberté; cette partie du centre prend en s'échauffant, une teinte rouge qui est le premier indice du dépérissement de l'arbre & de la désorganisation du bois; j'en ai manié des morceaux dans cet état qui étoient aussi chauds que si on les eût fait chauffer au feu. Si les Observateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air & la chaleur

des végétaux, c'eſt qu'ils ont fait leurs obſervations en mauvaiſe ſaiſon & qu'ils n'ont pas fait attention qu'en été la chaleur de l'air eſt auſſi grande & plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre; tandis qu'en hiver c'eſt tout le contraire: ils ne ſe ſont pas ſouvenus que les racines ont conſtamment au moins le degré de chaleur de la terre qui les environne, & que cette chaleur de l'intérieur de la terre eſt pendant tout l'hiver conſidérablement plus grande que celle de l'air & de la ſurface de la terre refroidie par l'air: ils ne ſe ſont pas rappelé que les rayons du ſoleil tombant trop vivement ſur les feuilles & ſur les autres parties délicates des végétaux, non-ſeulement les échauffent, mais les brûlent; qu'ils échauffent de même à un très-grand degré l'écorce & le bois dont ils pénètrent la ſurface dans laquelle ils s'amortiſſent & ſe fixent: ils n'ont pas penſé que le mouvement ſeul de la sève, déjà chaude, eſt une cauſe néceſſaire de chaleur, & que ce mouvement venant à augmenter par l'action du ſoleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être

d'autant plus grande que le mouvement de leur sève est plus accéléré, &c. Je n'insiste si long-temps sur ce point qu'à cause de son importance, l'uniformité du plan de la Nature seroit violée si ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur supérieur à celui des matières brutes, elle l'avoit refusé aux végétaux qui, comme les animaux, ont leur espèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale & vitale, comme nous avons vu plus haut qu'il contribuoit à l'action du feu dans la combustion & la calcination des matières combustibles & calcinables. Les animaux qui ont des poumons, & qui par conséquent respirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en sont privés; & plus la surface intérieure des poumons est étendue & ramifiée en un plus grand nombre de cellules ou de bronches, plus en un mot elle présente de superficie à l'air que l'animal tire par l'inspiration, plus aussi son sang devient chaud & plus il communique de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit; &

cette proportion a lieu dans tous les animaux connus. Les oiseaux ont, relativement au volume de leur corps, les poumons considérablement plus étendus que l'homme ou les quadrupèdes; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont au lieu de poumons qu'une simple vessie; les insectes qui n'ont que peu ou point de sang, ne pompent l'air que par quelques trachées, &c. Aussi en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaison, j'ai vu que cette chaleur étant supposée de 10 degrés, celle des oiseaux étoit de près de 33 degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de 31 $\frac{1}{2}$ degrés, celle de l'homme de 30 $\frac{1}{2}$ ou 31 *(c)*, tandis que celle des grenouilles

*(c)* « A mon thermomètre (dit le docteur Martine), où le terme de la congélation est marqué » 32, j'ai trouvé que ma peau, par-tout où elle » étoit bien couverte, élevoit le mercure aux degrés » 96 ou 97.....que l'urine nouvellement rendue » & reçue dans un vase de la même température » qu'elle, est à peine d'un degré plus chaude que » la peau, & nous pouvons supposer qu'elle est » peu près au degré des viscères voisins..... Dans » les quadrupèdes ordinaires, tels que les chiens

n'eſt que de 15 ou 16, celle des poiſſons

les chats, les brebis, les bœufs, les cochons, &c. « la chaleur de la peau, élève le thermomètre 4 ou « 5 degrés plus haut que dans l'homme, & le « porte aux degrés 100, 101, 102; & dans quel- « ques-uns au degré 103, ou même un peu plus « haut..... La chaleur des cétacées eſt égale à « celle des quadrupèdes..... J'ai trouvé que la « chaleur de la peau de veau marin étoit proche « du degré 102, & celle de la cavité de l'abdo- « men environ un degré plus haut.... Les oiſeaux « ſont les plus chauds de tous les animaux, & « ſurpaſſent de 3 ou 4 degrés les quadrupèdes, « ſuivant l'expérience que j'en ai faite moi-même « ſur les canards, les oies, les poules, les pigeons, « les perdrix, les hirondelles; la boule du thermo- « mètre placée entre leurs cuiſſes, le mercure s'éle- « voit aux degrés 103, 104, 105, 106, 107. » Le même Obſervateur a reconnu que les chenilles n'avoient que très-peu de chaleur, environ 2 ou 3 degrés au-deſſus de l'air dans lequel elles vivent. « Ainſi, dit-il, la claſſe des animaux froids, eſt formée par toute la famille des inſectes, hormis les « abeilles, qui ſont une exception ſingulière * ... «

* *Nota.* Je ne ſai pas s'il faut faire une exception pour les abeilles, comme l'ont fait la plupart de nos Obſervateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui reſpirent, parce que leur ruche eſt auſſi chaude que le corps de ces animaux: il me ſemble que cette chaleur de l'intérieur de la ruche n'eſt point du tout la chaleur de chaque abeille; mais la ſomme totale de la chaleur qui s'évapore des corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet eſpace où leur mouvement continuel doit l'augmenter encore, & en diviſant cette ſomme générale de chaleur par la quantité particulière de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouveroit peut-être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche.

& des insectes de 11 ou 12, c'est-à-dire, la moindre de toutes, & à très-peu près la même que celle des végétaux. Ainsi le degré de chaleur dans l'homme & dans les animaux, dépend de la force

„ J'ai trouvé par des expériences fréquentes, que „ la chaleur d'un essaim d'abeilles élevoit le thermo- „ mètre qui en étoit entouré, au degré 97, chaleur „ qui ne le cède point à la nôtre. La chaleur des „ autres animaux d'une vie foible, excède peu la „ chaleur du milieu environnant, à peine distingue- „ t-on quelque différence dans les moules & dans „ les huîtres, très-peu dans les carrelets, les merlans, „ les merlus, & autres poissons à ouïes, qui m'ont „ tous paru avoir à peine un degré de plus que „ l'eau de mer dans laquelle ils vivoient, & qui „ étoit lors de mon observation au degré 41. Enfin, „ il n'y en a guère plus dans les poissons de „ rivière, & quelques truites que j'ai examinées, „ étoient au degré 62, pendant que l'eau de la „ rivière étoit au degré 61.... Suivant le résultat „ de plusieurs expériences, j'ai trouvé que les li- „ maçons étoient de 2 degrés plus chauds que l'air. „ Les grenouilles & les tortues de terre, m'ont paru „ avoir quelque chose de plus, & environ 5 degrés „ de plus que l'air qu'elles respiroient..... J'ai „ aussi examiné la chaleur d'une carpe & celle „ d'une anguille, & j'ai trouvé qu'elles excédoient à „ peine la chaleur de l'eau où ces poissons vivoient, & qui étoient au degré 54. » *Essais sur les thermomètres, articles 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 & 47.*

& de l'étendue des poumons; ce sont les soufflets de la machine animale, ils en entretiennent & augmentent le feu selon qu'ils sont plus ou moins puissans, & que leur mouvement est plus ou moins prompt. La seule difficulté est de concevoir comment ces espèces de soufflets (dont la construction est aussi supérieure à celle de nos soufflets d'usage que la Nature est au-dessus de nos arts) peuvent porter l'air sur le feu qui nous anime; feu dont le foyer paroît assez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il est sans flamme, sans fumée apparente, & que sa chaleur n'est que très-médiocre & assez uniforme. Cependant si l'on considère que la chaleur & le feu sont des effets & même des élémens du même ordre; si l'on se rappelle que la chaleur raréfie l'air, & qu'en étendant son ressort elle peut l'affoiblir au point de le rendre sans effet; on pourra penser que cet air tiré par nos poumons s'y raréfiant beaucoup, doit perdre son ressort dans les bronches & dans les petites vésicules où il ne peut pénétrer qu'en très-petit volume, & en bulles dont le ressort,

déjà très-étendu, sera bientôt détruit par la chaleur du sang artériel & veineux; car ces vaisseaux du sang ne sont séparés des vésicules pulmonaires qui reçoivent l'air, que par des cloisons si minces, qu'elles laissent aisément passer cet air dans le sang où il ne peut manquer de produire le même effet que sur le feu commun; parce que le degré de chaleur de ce sang, est plus que suffisant pour détruire en entier l'élasticité des particules d'air, les fixer & les entraîner sous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus, le degré de chaleur est moindre dès-lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent & qui représentent la fumée de ce feu, n'ont pas assez de chaleur pour s'enflammer & devenir ardentes, & qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler *(d)*, tous les autres effets sont

*(d)* J'ai fait une grande expérience au sujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon

absolument les mêmes ; la respiration

sec & conservé à couvert depuis plus de six mois, deux de mes fourneaux, qui ont également quatorze pieds de hauteur, & qui ne diffèrent dans leur construction que par les proportions des dimensions en largeur, le premier contenant juste un tiers de plus que le second. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de ce charbon, & l'autre avec huit cents livres, & j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aspiration, construit avec un chassis de fer, garni de tôle, qui avoit treize pouces en quarré sur dix pieds de hauteur ; je lui avois donné treize pouces sur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture supérieure du fourneau, qui étoit quarrée, & qui avoit treize pouces $\frac{1}{2}$ de toutes faces ; avant de remplir ces fourneaux, on avoit préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, soutenue par des bois secs, sous lesquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger de charbon ; ce feu qui d'abord étoit vif, se ralentit à mesure qu'on chargeoit, cependant il subsista toujours sans s'éteindre, & lorsque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès & le produit, sans le remuer & sans y rien ajouter ; pendant les six premières heures, la fumée qui avoit commencé de s'élever au moment qu'on avoit commencé de charger, étoit très-humide, ce que je reconnoissois aisément par les gouttes d'eau qui paroissoient sur les parties extérieures du tuyau d'aspiration, & ce tuyau n'étoit encore au bout de six heures que médiocrement chaud, car je pouvois le toucher aisément. On laissa le feu, le tuyau & les fourneaux pendant toute la nuit dans cet état ; la fumée continuant

d'un petit animal abſorbe autant d'air que

toujours, devint ſi abondante, ſi épaiſſe & ſi noire, que le lendemain en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avoit un incendie. L'air étoit calme, & comme le vent ne diſſipoit pas la fumée, elle enveloppoit les bâtimens & les déroboit à ma vue; elle duroit déjà depuis vingt-ſix heures. J'allai à mes fourneaux, je trouvai que le feu qui n'étoit allumé qu'à la partie du bas, n'avoit pas augmenté, qu'il ſe ſoutenoit au même degré; mais la fumée qui avoit donné de l'humidité dans les ſix premières heures, étoit devenue plus ſèche, & paroiſſoit néanmoins toute auſſi noire. Le tuyau d'aſpiration ne pompoit pas davantage, il étoit ſeulement un peu plus chaud, & la fumée ne formoit plus de gouttes ſur ſa ſurface extérieure; la cavité des fourneaux, qui avoit quatorze pieds de hauteur, ſe trouva vide au bout des vingt-ſix heures, d'environ trois pieds; je les fis remplir, l'un avec cinquante, & l'autre avec ſoixante-quinze livres de charbon, & je fis remettre tout de ſuite le tuyau d'aſpiration qu'on avoit été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée, elle ne changea rien à l'état précédent; j'obſervai le tout pendant huit heures de ſuite, m'attendant à tout inſtant à voir paroître la flamme, & ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon ſi ſec & ſi ſèche elle-même, qu'elle ne dépoſoit pas la moindre humidité, ne s'enflammoit pas d'elle-même, après trente-quatre heures de feu toujours ſubſiſtant au bas des fourneaux; je les abandonnai donc une ſeconde fois dans cet état; & donnai ordre de n'y pas toucher. Le jour ſuivant, douze heures après

la lumière d'une chandelle ; dans des

les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens ; & ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en bas étoit toujours le même, la fumée la même & sans aucune humidité, & que la cavité des fourneaux étoit vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, & de deux pieds neuf pouces seulement dans le plus grand, auquel étoit adapté le tuyau d'aspiration, je le remplis avec soixante-six livres de charbon, & l'autre avec cinquante-quatre, & je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il seroit nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendroit pas enfin à s'enflammer ; je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre ; elle étoit très-sèche, très-suffocante, très-sensiblement chaude, mais toujours noire & sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état, je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même ; & comme je réfléchissois sur cette consommation de charbon sans flamme, qui étoit d'environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps & dans les mêmes fourneaux, lorsqu'il y a de la flamme ; je commençai à croire que je pourrois bien user beaucoup de charbon, sans avoir de flamme, puisque depuis trois jours on avoit chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliois de dire que ce jour même on venoit de remplir la cavité vide du grand fourneau, avec quatre-vingts livres de charbon, & celle du petit avec soixante livres) ; je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures.

vaiſſeaux fermés, de capacités égales, l'animal meurt en même temps que la chandelle s'éteint; rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal & celui de la chandelle, ou de toute autre matière combuſtible allumée, ſont des feux non-ſeulement du même ordre, mais d'une ſeule & même nature auxquels le ſecours de l'air eſt également néceſſaire; & qui tous deux ſe l'approprient de la même manière, l'abſorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route ou le

---

Après avoir perdu l'eſpérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, & faire une eſpèce d'exploſion dans l'inſtant même qu'on lui préſenta la flamme légère d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma juſqu'à huit à dix pieds de diſtance & autant de hauteur; la flamme pénétra la maſſe du charbon, & deſcendit dans le même moment juſqu'au bas du fourneau, & continua de brûler à la manière ordinaire; le charbon ſe conſommoit une fois plus vîte, quoique le feu d'en bas ne parût guère plus animé; mais je ſuis convaincu que mes fourneaux auroient éternellement fumé, ſi l'on n'eût pas allumé la fumée, & rien ne me prouva mieux que la flamme n'eſt que de la fumée qui brûle, & que la communication du feu ne peut ſe faire que par la flamme.

déposent sous une forme fixe dans les substances qu'ils pénètrent.

Les végétaux & la plupart des insectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aspiratoires, des espèces de trachées par lesquelles ils ne laissent pas de pomper tout l'air qui leur est nécessaire; on le voit passer en bulles très-sensibles dans la sève de la vigne; il est non-seulement pompé par les racines, mais souvent même par les feuilles; il fait partie & partie très-essentielle de la nourriture du végétal qui dès-lors se l'assimile, le fixe & le conserve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du soleil, suffit pour détruire le ressort de l'air contenu dans la sève, sur-tout lorsque cet air qui n'a pu être admis dans le corps de la plante & arriver à la sève, qu'après avoir passé par des tuyaux très-serrés, se trouve divisé en particules presque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur suffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer; les matières animales & végétales contiennent toutes une très-grande quantité de cet air fixe; & c'est en quoi

consiste l'un des principes de leur inflammabilité; toutes les matières combustibles contiennent beaucoup d'air, tous les animaux & les végétaux, toutes leurs parties, tous leurs détrimens, toutes les matières qui en proviennent, toutes les substances où ces détrimens se trouvent mélangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, & la plupart renferment aussi une certaine quantité d'air élastique. On ne peut douter de ces faits dont la certitude est acquise par les belles expériences du docteur Hales, & dont les Chimistes ne me paroissent pas avoir senti toute la valeur, car ils auroient reconnu depuis long-temps que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogistique, ils n'auroient pas adopté ce terme nouveau qui ne répond à aucune idée précise, & ils n'en auroient pas fait la base de toutes leurs explications des phénomènes chimiques, ils ne l'auroient pas donné pour un être identique & toujours le même, puisqu'il est composé d'air & de feu, tantôt dans un état fixe & tantôt dans celui de la plus grande volatilité. Et ceux d'entr'eux qui ont regardé le phlogistique comme

le produit du feu élémentaire ou de la lumière, se sont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumière produisent, par le secours de l'air, tous les effets du phlogistique.

Les minéraux qui, comme les soufres & les pyrites, contiennent dans leur substance une quantité plus ou moins grande des détrimens ultérieurs des animaux & des végétaux, renferment dès-lors des parties combustibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les substances purement animales ou végétales : on peut également leur enlever cet air fixe par la combustion ; on peut aussi le dégager par le moyen de l'effervescence ; & dans les matières animales & végétales, on le dégage par la simple fermentation qui, comme la combustion, a toujours besoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde si parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir insister sur la preuve des faits. Je me contenterai d'observer que les soufres & les pyrites ne sont pas les seuls minéraux qu'on doive regarder

comme combustibles, qu'il y en a beaucoup d'autres dont je ne ferai point ici l'énumération, parce qu'il suffit de dire que leur degré de combustibilité dépend ordinairement de la quantité de soufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combustibles tirent donc originairement cette propriété ou du mélange des parties animales & végétales qui sont incorporées avec eux, ou des particules de lumière, de chaleur & d'air, qui par le laps de temps se sont fixées dans leur intérieur. Rien, selon moi, n'est combustible que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'est-à-dire, par ces mêmes élémens combinés dans toutes les substances que le soleil éclaire & vivifie *(e)*, ou dans celles

*(e)* Voici une observation qui semble démontrer que la lumière a plus d'affinité avec les substances combustibles qu'avec toutes les autres matières. On sait que la puissance réfractive des corps transparens est proportionnelle à leur densité; le verre plus dense que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente, & en augmentant la densité du verre & de l'eau, l'on augmente à mesure leur force de réfraction. Cette proportion s'observe dans toutes les matières transparentes, & qui sont en même temps incombustibles. Mais les

que la chaleur intérieure de la terre fomente & réunit.

C'eſt cette chaleur intérieure du globe de la terre que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire, & il faut le diſtinguer de celui du ſoleil qui ne nous parvient qu'avec la lumière; tandis que l'autre, quoique bien plus conſidérable,

---

matières inflammables, telles que l'eſprit de vin, les huiles tranſparentes, l'ambre, &c. ont une puiſſance réfringente plus grande que les autres; en ſorte que l'attraction que ces matières exercent ſur la lumière, & qui provient de leur maſſe ou denſité, eſt conſidérablement augmentée par l'affinité particulière qu'elles ont avec la lumière. Si cela n'étoit pas, leur force réfringente, ſeroit comme celle de toutes les autres matières, proportionnelle à leur denſité; mais les matières inflammables attirent plus puiſſamment la lumière, & ce n'eſt que par cette raiſon qu'elles ont plus de puiſſance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi; on doit le mettre au nombre des matières combuſtibles, on le brûle au miroir ardent; il a avec la lumière autant d'affinité que les matières inflammables, car ſa puiſſance réfringente eſt plus grande qu'elle ne devroit l'être à proportion de ſa denſité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumière & de la conſerver aſſez long-temps; les phénomènes de ſa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

n'eſt ordinairement que ſous la forme d'une chaleur obſcure, & que ce n'eſt que dans quelques circonſtances, comme celles de l'électricité, qu'il prend de la lumière. Nous avons déjà dit que la ſomme de cette chaleur priſe pendant l'année entière & pendant un grand nombre d'années de ſuite, eſt trois cents ou quatre cents fois plus grande que la ſomme de la chaleur qui nous vient du ſoleil pendant le même temps; c'eſt une vérité qui peut paroître ſingulière, mais qui n'en eſt pas moins évidemment démontrée *(f)*. Comme nous en avons parlé diſertement, nous nous contenterons de remarquer ici que cette chaleur conſtante, & toujours ſubſiſtante, entre comme élément dans toutes les combinaiſons des autres élémens, & qu'elle eſt plus que ſuffiſante pour produire ſur l'air les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conſéquent cette chaleur intérieure de la terre détruira l'élaſticité de l'air & le fixera

*(f)* Voyez le Mémoire de M. de Mairan, dans ceux de l'Académie royale des Sciences, *année 1765, page 143.*

toutes les fois qu'étant diviſé en parties très-petites, il ſe trouvera ſaiſi par cette chaleur dans le ſein de la terre; que ſous cette nouvelle forme il entrera comme partie fixe dans un grand nombre de ſubſtances, leſquelles contiendront dès-lors des particules d'air fixe & de chaleur fixe; qui ſont les premiers principes de la combuſtibilité. Mais ils ſe trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes ſubſtances ſelon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles; & ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces ſubſtances contiendront de parties animales & végétales qui paroiſſent être la baſe de toute matière combuſtible; ſi elles y ſont abondamment répandues ou foiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces ſubſtances par le moyen de la combuſtion. La plupart des minéraux métalliques & même des métaux, contiennent une aſſez grande quantité de parties combuſtibles; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, &c. brûlent & produiſent une flamme évidente & très-vive, tant que dure la combuſtion de ces parties inflammables qu'ils contiennent.

Après quoi ſi on continue le feu, la combuſtion finie, commence la calcination pendant laquelle il rentre dans ces matières de nouvelles parties d'air & de chaleur qui s'y fixent & qu'on ne peut en dégager qu'en leur préſentant quelque matière combuſtible avec laquelle ces parties d'air & de chaleur fixes ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral auxquelles en effet elles ne ſont unies que par force, c'eſt-à-dire, par l'effort de la calcination. Il me ſemble que la converſion des ſubſtances métalliques en chaux, & leur réduction, pourront maintenant être très-clairement entendues, ſans qu'il ſoit beſoin de recourir à des principes ſecondaires ou à des hypothèſes arbitraires pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déjà inſinué, n'eſt dans le réel qu'une ſeconde combuſtion par laquelle on dégage les parties d'air & de chaleur fixes que la calcination avoit forcé d'entrer dans le métal & de s'unir à ſa ſubſtance fixe à laquelle on rend en même temps les parties volatiles & combuſtibles que la première action du feu lui avoit enlevées.

Après avoir présenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus secrettes de la Nature, considérons-le pendant quelques instans lorsque, sous la forme élastique, il réside dans les corps; ses effets sont alors aussi variables que les degrés de son élasticité; son action, quoique toujours la même, semble donner des produits différens dans les substances différentes. Pour en ramener la considération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau & la terre, comme nous l'avons déjà comparé avec le feu; les résultats de cette comparaison entre les quatre élémens s'appliqueront ensuite aisément à toutes les substances de quelque nature qu'elles puissent être, puisque toutes ne sont composées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu ne peut détruire le ressort de l'air, & la moindre chaleur suffit pour cet effet, sur-tout lorsque ce fluide est divisé en parties très-petites. Mais il faut observer qu'entre son état de fixité & celui de sa pleine élasticité, il y a toutes les nuances des états moyens, & que c'est presque toujours

dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réſide dans la terre & dans l'eau, ainſi que dans toutes les ſubſtances qui en ſont compoſées; par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau qui nous paroît une ſubſtance ſi ſimple ne contienne une certaine quantité d'air qui n'eſt ni fixe ni élaſtique, mais entre la fixité & l'élaſticité, ſi l'on fait attention aux différens phénomènes qu'elle nous préſente dans ſa congélation, dans ſon ébullition, dans ſa réſiſtance à toute compreſſion, &c. car la Phyſique expérimentale nous démontre que l'eau eſt incompreſſible, au lieu de s'affaiſſer & de rentrer en elle-même lorſqu'on la force par la preſſe, elle paſſe à travers les vaiſſeaux les plus ſolides & les plus épais: or, ſi l'air qu'elle contient en aſſez grande quantité y étoit dans ſon état de pleine élaſticité, l'eau ſeroit compreſſible en raiſon de cette quantité d'air élaſtique qu'elle contient & qui ſe comprimeroit. Donc l'air contenu dans l'eau n'y eſt pas ſimplement mêlé & n'y conſerve pas ſa forme élaſtique, mais y eſt plus intimement uni dans un état où ſon reſſort ne

s'exerce plus d'une manière sensible; & néanmoins ce ressort n'y est pas entièrement détruit; car si l'on expose l'eau à la congélation, on voit cet air sortir de son intérieur & se réunir à sa surface en bulles élastiques; ceci seul suffiroit pour prouver que l'air n'est pas contenu dans l'eau sous sa forme ordinaire, puisqu'étant spécifiquement huit cents cinquante fois plus léger, il seroit forcé d'en sortir par la seule nécessité de la prépondérance de l'eau; il est donc évident que l'air contenu dans l'eau, n'y est pas dans son état ordinaire, c'est-à-dire, de pleine élasticité, & en même temps il est démontré que cet état dans lequel il réside dans l'eau n'est pas celui de sa plus grande fixité, où son ressort absolument détruit ne peut se rétablir que par la combustion, puisque la chaleur ou le froid peuvent également le rétablir; il suffit de faire chauffer ou geler de l'eau pour que l'air qu'elle contient reprenne son élasticité & s'élève en bulles sensibles à sa surface, il s'en dégage de même lorsque l'eau cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère sous le récipient de la machine pneumatique; il n'est

donc pas contenu dans l'eau ſous une forme fixe, mais ſeulement dans un état moyen où il peut aiſément reprendre ſon reſſort; il n'eſt pas ſimplement mêlé dans l'eau puiſqu'il ne peut y réſider ſous ſa forme élaſtique, mais auſſi il ne lui eſt pas intimement uni ſous ſa forme fixe, puiſqu'il s'en ſépare plus aiſément que de toute autre matière.

On pourra m'objecter avec raiſon, que le froid & le chaud n'ont jamais opéré de la même façon, que ſi l'une de ces cauſes rend à l'air ſon élaſticité, l'autre doit la détruire, & j'avoue que pour l'ordinaire, le froid & le chaud produiſent des effets différens; mais dans la ſubſtance particulière que nous conſidérons, ces deux cauſes, quoique oppoſées, produiſent le même effet; on pourra le concevoir aiſément en faiſant attention à la choſe même & au rapport de ſes circonſtances. L'on ſait que l'eau ſoit gelée, ſoit bouillie, reprend l'air qu'elle avoit perdu dès qu'elle ſe liquéfie ou qu'elle ſe refroidit, le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de ſa température, ce degré dans ſon état de liquidité, eſt à peu

près le même que celui de la chaleur générale à la surface de la terre; l'air avec lequel elle a beaucoup d'affinité la pénètre aussitôt qu'il est divisé en parties très-tenues, & le degré de la chaleur élémentaire & générale, suffit pour affoiblir le ressort de ces petites parties, au point de le rendre sans effet, tant que l'eau conserve cette température; mais si le froid vient à la pénétrer, ou pour parler plus précisément, si ce degré de chaleur nécessaire à cet état de l'air vient à diminuer, alors son ressort qui n'est pas entièrement détruit se rétablira par le froid, & l'on verra les bulles élastiques s'élever à la surface de l'eau prête à se congeler. Si au contraire, l'on augmente le degré de la température de l'eau par une chaleur extérieure, on en divise trop les parties intégrantes, on les rend volatiles, & l'air qui ne leur étoit que foiblement uni s'élève & s'échappe avec elles. Car il faut se rappeler que quoique l'eau prise en masse soit incompressible & sans aucun ressort, elle est très-élastique dès qu'elle est divisée ou réduite en petites parties; & en ceci elle paroît être d'une nature

contraire à celle de l'air qui n'eſt com
preſſible qu'en maſſe & qui perd ſon
reſſort dès qu'il eſt trop diviſé. Néanmoins
l'air & l'eau ont beaucoup plus de rapport
entr'eux que de propriétés oppoſées,
comme je ſuis très-perſuadé que toute
la matière eſt convertible, & que les
quatre élémens peuvent ſe transformer
je ſerois porté à croire que l'eau peut
changer en air lorſqu'elle eſt aſſez raréfiée
pour s'élever en vapeurs: car le reſſort
de la vapeur de l'eau eſt auſſi & même
plus puiſſant que le reſſort de l'air; on
voit le prodigieux effet de cette puiſſance
dans les pompes à feu, on voit la terrible
exploſion qu'elle produit lorſqu'on fait
tomber du métal fondu ſur quelques
gouttes d'eau; & ſi l'on ne veut pas
convenir avec moi que l'eau puiſſe dans
cet état de vapeurs ſe transformer en air,
on ne pourra du moins nier qu'elle n'ait
alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la
vapeur de l'eau peut entretenir & aug-
menter le feu comme le fait l'air ordinaire,
& cet air, que nous pourrions regarder
comme pur, eſt toujours mêlé avec un

très-grande quantité d'eau; mais il faut remarquer comme chose importante, que la proportion du mélange n'est pas à beaucoup près la même dans ces deux élémens; l'on peut dire en général qu'il y a beaucoup moins d'air dans l'eau que d'eau dans l'air; seulement il faut considérer qu'il y a deux unités très-différentes, auxquelles on pourroit rapporter les termes de cette proportion; ces deux unités sont le volume & la masse. Si on estime la quantité d'air contenue dans l'eau par le volume, elle paroîtra nulle, puisque le volume de l'eau n'en est point du tout augmenté; & de même l'air plus ou moins humide ne nous paroît pas changer de volume, cela n'arrive que quand il est plus ou moins chaud; ainsi ce n'est point au volume qu'il faut rapporter cette proportion, c'est à la masse seule, c'est-à-dire, à la quantité réelle de matière dans l'un & l'autre de ces deux élémens, qu'on doit comparer celle de leur mélange, & l'on verra que l'air est beaucoup plus *aqueux* que l'eau n'est *aërienne*, peut-être dans la proportion de la masse, c'est-à-dire, huit cents cinquante fois davantage.

Quoi qu'il en soit de cette estimatio
qui est peut-être ou trop forte ou tr
foible, nous pouvons en tirer l'induc
que l'eau doit se changer plus aisém
en air, que l'air ne peut se transform
en eau. Les parties de l'air, quoiq
susceptibles d'être extrêmement divisé
paroissent être plus grosses que celles
l'eau, puisque celle-ci passe à trav
plusieurs filtres que l'air ne peut pénétr
puisque quand elle est raréfiée par
chaleur, son volume, quoique fort au
menté, n'est qu'égal ou un peu p
grand que celui des parties de l'air à
surface de la terre; car les vapeurs
l'eau ne s'élèvent dans l'air qu'à une c
taine hauteur; enfin, puisque l'air sem
s'imbiber d'eau comme une éponge,
contenir en grande quantité, & que
contenant est nécessairement plus gra
que le contenu. Au reste, l'air qui s'i
bibe si volontiers de l'eau, semble
rendre de même lorsqu'on lui présente
sels ou d'autres substances avec lesquel
l'eau a encore plus d'affinité qu'avec
L'effet que les Chimistes appellent
*faillance*, & même celui des *efflorescenc*

démontrent non-seulement qu'il y a une très-grande quantité d'eau contenue dans l'air, mais encore que cette eau n'y est attachée que par une simple affinité qui cède aisément à une affinité plus grande, & qui même cesse d'agir sans être combattue ou balancée par aucune autre affinité, mais par la seule raréfaction de l'air, puisqu'il se dégage de l'eau dès qu'elle cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère, sous le récipient de la machine pneumatique.

Dans l'ordre de la conversion des élémens, il me semble que l'eau est pour l'air ce que l'air est pour le feu, & que toutes les transformations de la Nature dépendent de celles-ci. L'air comme aliment du feu s'assimile avec lui, & se transforme en ce premier élément; l'eau raréfiée par la chaleur, se transforme en une espèce d'air capable d'alimenter le feu comme l'air ordinaire; ainsi le feu a un double fonds de subsistance assurée; s'il consomme beaucoup d'air, il peut aussi en produire beaucoup par la raréfaction de l'eau, & réparer ainsi dans la masse de l'atmosphère toute la quantité qu'il en

détruit, tandis qu'ultérieurement il ſe con
vertit lui-même avec l'air en matière fix
dans les ſubſtances terreſtres qu'il pénètr
par ſa chaleur ou par ſa lumière.

Et de même que d'une part, l'eau
convertit en air ou en vapeurs auſſi vol
tiles que l'air par ſa raréfaction, elle
convertit en une ſubſtance ſolide par un
eſpèce de condenſation différente des con
denſations ordinaires. Tout fluide ſe rare
par la chaleur & ſe condenſe par le froid
l'eau ſuit elle-même cette loi commune
& ſe condenſe à meſure qu'elle refroidit
qu'on en rempliſſe un tube de verr
juſqu'aux trois quarts, on la verra de
cendre à meſure que le froid augmente
& ſe condenſer comme font tous les
autres fluides; mais quelque temps avan
l'inſtant de la congélation on la verra
remonter au-deſſus du point des trois
quarts de la hauteur du tube, & s
renfler encore conſidérablement en
convertiſſant en glace. Mais ſi le tube
eſt bien bouché & parfaitement en repos
l'eau continuera de baiſſer, & ne ſe gèle
pas, quoique le degré de froid ſoit de
6, 8 ou 10 degrés au-deſſous du terme

de la glace, & l'eau ne gèlera que quand on ouvrira le tube ou qu'on le remuera. Il semble donc que la congélation nous présente d'une manière inverse les mêmes phénomènes que l'inflammation. Quelque intense, quelque grande que soit une chaleur renfermée dans un vaisseau bien clos, elle ne produira l'inflammation que quand elle touchera quelque matière enflammée; & de même à quelque degré qu'un fluide soit refroidi, il ne gèlera pas sans toucher quelque substance déjà gelée; & c'est ce qui arrive lorsqu'on remue ou débouche le tube; les particules de l'eau qui sont gelées dans l'air extérieur ou dans l'air contenu dans le tube, viennent, lorsqu'on le débouche ou le remue, frapper la surface de l'eau & lui communiquent leur glace. Dans l'inflammation, l'air d'abord très-raréfié par la chaleur, perd son volume & se fixe tout-à-coup; dans la congélation l'eau d'abord condensée par le froid, reprend plus de volume & se fixe de même. Car la glace est une substance solide, plus légère que l'eau, & qui conserveroit sa solidité si le froid étoit toujours

le même. Et je ſuis porté à croire qu'on viendroit à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid en le ſublimant en vapeurs dans un air très-froid. Je ſuis de même très-porté à croire que l'eau qui ne doit ſa liquidité qu'à la chaleur & qui la perd avec elle, deviendroit une ſubſtance d'autant plus ſolide & d'autant moins fuſible, qu'elle éprouveroit plus fort & plus long-temps la rigueur du froid. On n'a pas fait aſſez d'expériences ſur ce ſujet important.

Mais ſans nous arrêter à cette idée, c'eſt-à-dire, ſans admettre ni ſans exclure la poſſibilité de la converſion de la glace en matière infuſible ou terre fixe & ſolide, paſſons à des vues plus étendues ſur les moyens que la Nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puiſſant de tous & le plus évident eſt le filtre animal; le corps des animaux à coquilles en ſe nourriſſant des particules de l'eau, en travaille en même temps la ſubſtance au point de la dénaturer; la coquille eſt certainement une ſubſtance terreſtre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les Chimiſtes appellent *calcaires* & pluſieurs

autres matières, tirent leur origine; cette coquille paroît à la vérité, faire partie conſtitutive de l'animal qu'elle couvre, puiſqu'elle ſe perpétue par la génération, & qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroiſſement; mais ce n'en eſt pas moins une ſubſtance terreſtre, formée par la ſécrétion ou l'exudation du corps de l'animal; on la voit s'agrandir, s'épaiſſir par anneaux & par couches à meſure qu'il prend de la croiſſance; & ſouvent cette matière pierreuſe excède cinquante ou ſoixante fois la maſſe ou matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on ſe repréſente pour un inſtant, le nombre des eſpèces de ces animaux à coquille, ou pour les tous comprendre, de ces animaux à tranſudation pierreuſe, elles ſont peut-être en plus grand nombre dans la mer, que ne l'eſt ſur la terre le nombre des eſpèces d'inſectes; qu'on ſe repréſente enſuite leur prompt accroiſſement, leur prodigieuſe multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous ſuppoſerons néanmoins le terme moyen à dix

ans *(f)*, qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin, on considère que ce bloc déjà si gros de matière pierreuse doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, & l'on se familiarisera avec cette idée ou plutôt cette vérité d'abord repoussante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, &c. ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inspection des matières même, qui toutes contiennent encore des

*(f)* La plus longue vie des escargots ou gros limaçons terrestres, s'étend jusqu'à quatorze ans; on peut présumer que les gros coquillages de mer vivent plus long-temps; mais aussi les petits, les très-petits, tels que ceux qui forment le corail & tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps; & c'est par cette raison que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

coquilles ou des détrimens de coquilles très-aiſément reconnoiſſables.

Les pierres calcaires ne ſont donc en très-grande partie que de l'eau & de l'air contenus dans l'eau, transformés par le filtre animal; les ſels, les bitumes, les huiles, les graiſſes de la mer n'entrent que pour peu ou pour rien dans la compoſition de la coquille; auſſi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matières; cette pierre n'eſt que de l'eau transformée, jointe à quelque petite portion de terre vitrifiable & à une très-grande quantité d'air fixe qui s'en dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets ſur les coquilles qu'on prend dans la mer que ſur les pierres qu'on tire des carrières, elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité; la chaux faite avec des écailles d'huître ou d'autres coquilles, eſt plus foible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la Nature eſt le même, les réſultats de ſon opération les mêmes; les coquilles & les pierres perdent également

près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination ; l'eau qui a conſervé ſa nature en ſort la première, après quoi l'air fixe ſe dégage, & enſuite l'eau fixe dont ces ſubſtances pierreuſes ſont compoſées, reprend ſa première nature & s'élève en vapeurs pouſſées & raréfiées par le feu, il ne reſte que les parties les plus fixes de cet air & de cette eau qui peut-être ſont ſi fort unies entr'elles, & à la petite quantité de terre fixe de la pierre que le feu ne peut les ſéparer. La maſſe ſe trouve donc réduite de près de moitié, & ſe réduiroit peut-être encore plus ſi l'on donnoit un feu plus violent. Et ce qui me ſemble prouver évidemment que cette matière chaſſée hors de la pierre par le feu, n'eſt autre choſe que de l'air & de l'eau, c'eſt la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, & la force avec laquelle elle la tire de l'atmoſphère lorſqu'on la lui refuſe. La chaux, par ſon extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la maſſe qu'elle avoit perdue par la calcination ; l'eau avec l'air qu'elle contient

vient remplacer l'eau & l'air qu'elle contenoit précédemment, la pierre reprend dès-lors sa première nature; car en mêlant sa chaux avec des détrimens d'autres pierres, on fait un mortier qui se durcit & devient avec le temps, une substance solide & pierreuse comme celles dont on l'a composé.

Après cette exposition, je ne crois pas qu'on puisse douter de la transformation de l'eau en terre ou en pierre par l'intermède des coquilles. Voilà donc d'une part toutes les matières calcaires, dont on doit rapporter l'origine aux animaux, & d'autre part toutes les matières combustibles qui ne proviennent que des substances animales ou végétales; elles occupent ensemble un assez grand espace à la surface de la terre, & l'on peut juger par leur volume immense, combien la Nature vivante a travaillé pour la Nature morte, car ici le brut n'est que le mort.

Mais les matières calcaires & les substances combustibles, quelque grand qu'en soit le nombre, quelque immense que nous en paroisse le volume, ne font qu'une très-petite portion du globe de la terre,

dont le fonds principal & la majeure & très-majeure quantité consiste en une matière de la nature du verre, matière qu'on doit regarder comme l'élément terrestre, à l'exclusion de toutes les autres substances auxquelles elle sert de base comme terre, lorsqu'elles se forment par le moyen ou par le détriment des animaux, des végétaux & par la transformation des autres élémens. Non-seulement cette matière première qui est la vraie terre élémentaire, sert de base à toutes les autres substances, & en constitue les parties fixes; mais elle est en même temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener & les réduire toutes. Avant de présenter les moyens que la Nature & l'art peuvent employer pour opérer cette espèce de réduction de toute substance en verre, c'est-à-dire, en terre élémentaire, il est bon de rechercher si les moyens que nous avons indiqués sont les seuls par lesquels l'eau puisse se transformer en substance solide; il me semble que le filtre animal la convertissant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer lorsque toutes les circonstances se trouvent être les

mêmes ; la chaleur propre des animaux à coquille étant un peu plus grande que celle des végétaux, & les organes de la vie plus puissans que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve assez souvent dans son fruit ; mais il peut convertir & convertit réellement en sa substance, une grande quantité d'air, & une quantité encore plus grande d'eau ; la terre fixe qu'il s'approprie, & qui sert de base à ces deux élémens, est en si petite quantité, qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de sa masse ; dès-lors le végétal n'est presque entièrement composé que d'air & d'eau transformés en bois, substance solide qui se réduit ensuite en terre par la combustion ou la putréfaction. On doit dire la même chose des animaux, ils fixent & transforment non-seulement l'air & l'eau, mais le feu en plus grande quantité que les végétaux ; il me paroît donc que les fonctions des corps organisés, sont l'un des plus puissans moyens que la Nature emploie pour la conversion des élémens. On peut

regarder chaque animal ou chaque végétal comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air & l'eau qui l'environnent, le les assimile pour végéter ou pour le nourrir & vivre des productions de la terre, qui ne sont elles-mêmes que de l'air & de l'eau précédemment fixés ; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre, & recevant les impressions de la lumière & celles de la chaleur du soleil & du globe terrestre, il tourne en sa substance tous ces différens élémens, les travaille, les combine, les réunit, les oppose jusqu'à ce qu'ils aient subi la forme nécessaire à son développement, c'est-à-dire, à l'entretien de la vie & de l'accroissement de l'organisation, dont le moule une fois donné, modèle toute la matière qu'il admet, & de brute qu'elle étoit, la rend organisée.

L'eau qui s'unit si volontiers avec l'air & qui entre avec lui en si grande quantité dans les corps organisés, s'unit aussi de préférence avec quelques matières solides, telles que les sels, & c'est souvent par leur moyen qu'elle entre dans la composition

des minéraux. Le sel au premier coup d'œil ne paroît être qu'une terre dissoluble dans l'eau & d'une saveur piquante ; mais les Chimistes en recherchant sa nature, ont très-bien reconnu qu'elle consiste principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* & le *principe aqueux* ; l'expérience de l'acide nitreux qui ne laisse après sa combustion qu'un peu de terre & d'eau, leur a même fait penser que ce sel & peut-être tous les autres sels, n'étoient absolument composés que de ces deux élémens ; néanmoins il me paroît qu'on peut démontrer aisément que l'air & le feu entrent dans leur composition ; puisque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combustion, & que cet air fixe suppose du feu fixe qui s'en dégage en même temps ; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la dissolution ne peuvent se soutenir à moins qu'elles n'admettent deux forces opposées, l'une attractive & l'autre expansive, & par conséquent la présence des élémens de l'air & du feu, qui sont seuls doués de cette seconde force ; qu'enfin, ce seroit contre toute analogie que le sel ne se

trouveroit compoſé que des deux élémens de la terre & de l'eau, tandis que toutes les autres ſubſtances ſont compoſées des quatre élémens. Ainſi l'on ne doit pas prendre à la rigueur ce que les grands Chimiſtes, M.rs Stahl & Macquer, ont dit à ce ſujet; les expériences de M. Hales démontrent que le vitriol & le ſel marin contiennent beaucoup d'air fixe, que le nitre en contient encore beaucoup plus & juſqu'à concurrence du huitième de ſon poids, & le ſel de tartre encore plus. On peut donc aſſurer que l'air entre comme principe dans la compoſition de tous les ſels; & que comme il ne peut ſe fixer dans aucune ſubſtance qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui ſe fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties conſtitutives. Mais cela n'empêche pas que le ſel ne doive auſſi être regardé comme la ſubſtance moyenne entre la terre & l'eau, ces deux élémens entrent en proportion différente dans les différens ſels ou ſubſtances ſalines, dont la variété & le nombre ſont ſi grands qu'on ne peut en faire l'énumération; mais qui préſentées géné-

ralement sous les dénominations d'acides & d'alkalis, nous montrent qu'en général, il y a plus de terre & moins d'eau dans ces derniers sels, & au contraire plus d'eau & moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimément mêlée dans les sels, n'y est ni fixée ni réunie par une force assez grande pour la transformer en matière solide comme dans la pierre calcaire; elle réside dans le sel ou dans son acide sous sa forme primitive, & l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourroit regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air & du feu qu'il contient; toute liquidité & même toute fluidité suppose la présence d'une certaine quantité de feu; & quand on attribueroit celle des acides à un reste d'eau qu'on ne peut en séparer, quand même on pourroit les réduire tous sous une forme concrète, il n'en seroit pas moins vrai que leurs saveurs, ainsi que les odeurs & les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expansive, c'est-à-dire, la lumière & les émanations de la chaleur & du feu; car

il n'y a que ces principes actifs qui puissent agir sur nos sens & les affecter d'une manière différente & diversifiée, selon les vapeurs ou particules des différentes substances qu'ils nous apportent & nous présentent; c'est donc à ces principes qu'on doit rapporter non-seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand nombre de fois, m'a pleinement convaincu que l'alkali est produit par le feu; la chaux faite à la manière ordinaire & mise sur la langue même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déjà la présence d'une certaine quantité d'alkali. Si l'on continue le feu, cette chaux qui a subi une plus longue calcination devient plus piquante sur la langue, & celle que l'on tire des fourneaux de forges où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or, ce sel n'étoit pas contenu dans la pierre avant sa calcination, il augmente en force ou en quantité, à mesure que le feu est appliqué plus violemment & plus long-temps à la pierre, il est donc le produit immédiat

du feu & de l'air qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, & qui par ce moyen sont devenus parties fixes de cette pierre de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau, liquides & solides qu'elle contenoit auparavant. Cela seul me paroît suffisant pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alkali minéral, & l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alkalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal & du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu & l'air fixes, quoique moins immédiate que celle des alkalis, ne m'en paroît pas moins certaine: nous avons prouvé que le nitre & le phosphore tirent leur origine des matières végétales & animales, que le vitriol tire la sienne des pyrites, des soufres & des autres matières combustibles; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alkali; on doit donc rapporter leur formation & leur saveur au même principe, & réduisant

tous les acides à un ſeul acide, & tous les alkalis à un ſeul alkali, ramener tous les ſels à une origine commune, & ne regarder leurs différentes ſaveurs & leurs propriétés particulières & diverſes, que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, & ſur-tout d'air & de feu fixes qui ſont entrées dans leur compoſition. Ceux qui contiendront le plus de ces principes actifs d'air & de feu, ſeront ceux qui auront le plus de puiſſance & le plus de ſaveur. J'entends par puiſſance la force dont les ſels nous paroiſſent animés pour diſſoudre les autres ſubſtances; on ſait que la diſſolution ſuppoſe la fluidité; qu'elle ne s'opère jamais entre deux matières sèches ou ſolides, & que par conſéquent elle ſuppoſe auſſi dans le diſſolvant le principe de la fluidité, c'eſt-à-dire le feu; la puiſſance du diſſolvant ſera donc d'autant plus grande que d'une part il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, & que d'autre part ſes parties aqueuſes & terreuſes auront plus d'affinité avec les parties de même eſpèce contenues dans les ſubſtances à diſſoudre; & comme les degrés d'affinité

dépendent absolument de la figure des parties intégrantes des corps, ils doivent, comme ces figures, varier à l'infini ; on ne doit donc pas être surpris de l'action plus ou moins grande ou nulle de certains sels sur certaines substances, ni des effets contraires d'autres sels sur d'autres substances. Leur principe actif est le même, leur puissance pour dissoudre la même, mais elle demeure sans exercice lorsque la substance qu'on lui présente repousse celle du dissolvant, ou n'a aucun degré d'affinité avec lui ; tandis qu'au contraire, elle le saisit avidement toutes les fois qu'il se trouve assez de force d'affinité pour vaincre celle de la cohérence ; c'est-à-dire, toutes les fois que les principes actifs contenus dans le dissolvant, sous la forme de l'air & du feu, se trouvent plus puissamment attirés par la substance à dissoudre qu'ils ne le sont par la terre & l'eau qu'il contient ; car dès-lors ces principes actifs s'en séparent, se développent & pénètrent la substance qu'ils divisent & décomposent au point de la rendre susceptible, par cette division, d'obéir en liberté à toutes les forces attractives de la terre & de l'eau

contenues dans le dissolvant, & de s'unir avec elles assez intimement pour ne pouvoir en être séparées que par d'autres substances qui auroient avec ce même dissolvant, un degré encore plus grand d'affinité. Newton est le premier qui ait donné les affinités pour causes des précipitations chimiques; Stalh adoptant cette idée l'a transmise à tous les Chimistes, & il me paroît qu'elle est aujourd'hui universellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stalh ne se sont élevés au point de voir que toutes ces affinités en apparence si différentes entr'elles, ne sont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction universelle; & faute de cette vue, leur théorie ne pouvoit être ni lumineuse ni complète, parce qu'ils étoient forcés de supposer autant de petites loix d'affinités différentes, qu'il y avoit de phénomènes différens; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une seule loi d'affinité, loi qui est exactement la même que celle de l'attraction universelle; & que par conséquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette seule & même cause.

Les sels concourent donc à plusieurs opérations de la Nature par la puissance qu'ils ont de dissoudre les autres substances; car, quoiqu'on dise vulgairement que l'eau dissout le sel, il est aisé de sentir que c'est une erreur d'expression fondée sur ce qu'on appelle communément le liquide, le *dissolvant;* & le solide, le *corps à dissoudre;* mais dans le réel lorsqu'il y a dissolution, les deux corps sont actifs & peuvent être également appelés *dissolvans;* seulement regardant le sel comme le dissolvant, le corps dissout peut-être indifféremment ou liquide ou solide; & pourvu que les parties du sel soient assez divisées pour toucher immédiatement celles des autres substances, elles agiront & produiront tous les effets de la dissolution. On voit par-là combien l'action propre des sels & l'action de l'élément de l'eau qui les contient doivent influer sur la composition des matières minérales. La Nature peut produire par ce moyen tout ce que nos arts produisent par le moyen du feu; il ne faut que du temps pour que les sels & l'eau opèrent sur les substances les plus compactes & les plus dures, la

division la plus complète & l'atténuation
la plus grande de leurs parties; ce qu
les rend alors susceptibles de toutes le
combinaisons possibles & capables de s'uni
avec toutes les substances analogues, &
de se séparer de toutes les autres. Mais ce
temps qui n'est rien pour la Nature &
qui ne lui manque pas, est de toutes le
choses nécessaires celle qui nous manqu
le plus; c'est faute de temps que nous n
pouvons imiter ses procédés ni suivre
marche; le plus grand de nos arts sero
donc l'art d'abréger le temps, c'est-à-dire
de faire en un jour ce qu'elle fait en un
siècle: quelque vaine que paroisse cett
prétention, il ne faut pas y renoncer
nous n'avons à la vérité, ni les grande
forces ni le temps encore plus grand de
la Nature, mais nous avons au-dessus
d'elle la liberté de les employer comme
il nous plaît; notre volonté est une force
qui commande à toutes les autres forces,
lorsque nous la dirigeons avec intelligence.
Ne sommes-nous pas venus à bout de
créer à notre usage, l'élément du feu qu'elle
nous avoit caché! ne l'avons-nous pas
tiré des rayons qu'elle ne nous envoyoit

que pour nous éclairer! n'avons-nous pas par ce même élément, trouvé le moyen d'abréger le temps en divisant les corps par une fusion aussi prompte que leur division seroit lente par tout autre moyen! &c.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue que la Nature ne puisse faire & ne fasse réellement, par le moyen de l'eau, tout ce que nous faisons par celui du feu. Pour le voir clairement, il faut considérer que la décomposition de toute substance ne pouvant se faire que par la division, plus cette division sera grande & plus la décomposition sera complète; le feu semble diviser autant qu'il est possible, les matières qu'il met en fusion; cependant on peut douter si celles que l'eau & les acides tiennent en dissolution ne sont pas encore plus divisées, & les vapeurs que la chaleur élève, ne contiennent-elles pas des matières encore plus atténuées! Il se fait donc dans l'intérieur de la terre, au moyen de la chaleur qu'elle renferme & de l'eau qui s'y insinue, une infinité de sublimations, de distillations, de cristallisations, d'agrégations, de

disjonctions de toute eſpèce. Toutes les ſubſtances peuvent être avec le temps compoſées & décompoſées par ces moyens; l'eau peut les diviſer & en atténuer les parties autant & plus que le feu lorſqu'il les fond; & ces parties atténuées, diviſées à ce point, ſe joindront, ſe réuniront de la même manière que celles du métal fondu ſe réuniſſent en ſe refroidiſſant. Pour nous faire mieux entendre, arrêtons nous un inſtant ſur la criſtalliſation; cet effet dont les ſels nous ont donné l'idée ne s'opère jamais que quand une ſubſtance étant dégagée de toute autre ſubſtance ſe trouve très-diviſée & ſoutenue par un fluide qui, n'ayant avec elle que peu ou point d'affinité, lui permet de ſe réunir & de former, en vertu de ſa force d'attraction, des maſſes d'une figure à peu-près ſemblable à la figure de ſes parties primitives; cette opération qui ſuppoſe toutes les circonſtances que je viens d'énoncer, peut ſe faire par l'intermède du feu auſſi bien que par celui de l'eau, & ſe fait très-ſouvent par le concours des deux, parce que tout cela ne ſuppoſe ou n'exige qu'une diviſion aſſez grande de la matière,

pour que ſes parties primitives puiſſent, pour ainſi dire, ſe trier & former, en ſe réuniſſant, des corps figurés comme elles: or le feu peut tout auſſi-bien, & mieux qu'aucun autre diſſolvant, amener pluſieurs ſubſtances à cet état, & l'obſervation nous le démontre dans les régules, dans les amiantes, les baſaltes, & autres productions du feu dont les figures ſont régulières, & qui toutes doivent être regardées comme de vraies criſtalliſations.

Et ce degré de grande diviſion, néceſſaire à la criſtalliſation, n'eſt pas encore celui de la plus grande diviſion poſſible ni réelle, puiſque dans cet état les petites parties de la matière ſont encore aſſez groſſes pour conſtituer une maſſe qui, comme toutes les autres maſſes, n'obéit qu'à la ſeule force attractive, & dont les volumes ne ſe touchant que par des points, ne peuvent acquérir la force répulſive qu'une beaucoup plus grande diviſion ne manqueroit pas d'opérer par un contact plus immédiat, & c'eſt auſſi ce que l'on voit arriver dans les effervescences, où tout d'un coup la chaleur & la lumière ſont produites par le mélange

de deux liqueurs froides. Ce degré de
diviſion de la matière eſt ici fort au-deſſus
du degré néceſſaire à la criſtalliſation,
l'opération s'en fait auſſi rapidement que
l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumière, la chaleur, le feu, l'air,
l'eau, les ſels, ſont les degrés par leſquels
nous venons de deſcendre du haut de
l'échelle de la Nature à ſa baſe qui eſt
la terre fixe. Et ce ſont en même temps
les ſeuls principes que l'on doive admettre
& combiner pour l'explication de tous les
phénomènes. Ces principes ſont réels,
indépendans de toute hypothèſe & de toute
méthode; leur converſion, leur transfor-
mation eſt toute auſſi réelle, puiſqu'elle
eſt démontrée par l'expérience. Il en eſt
de même de l'élément de la terre, il peut
ſe convertir en ſe volatiliſant, & prendre la
forme des autres élémens, comme ceux-ci
prennent la ſienne en ſe fixant. Mais de
la même manière que les parties primitives
du feu, de l'air ou de l'eau ne formeront
jamais ſeules des corps ou des maſſes qu'on
puiſſe regarder comme du feu, de l'air
ou de l'eau purs; de même il me paroît
très-inutile de chercher dans les matières
terreſtres

terreſtres une ſubſtance de terre pure: la fixité, l'homogénéité, l'éclat tranſparent du diamant a ébloui les yeux de nos Chimiſtes lorſqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire & pure; on pourroit dire avec autant & auſſi peu de fondement, que c'eſt au contraire de l'eau pure dont toutes les parties ſe ſont fixées pour compoſer une ſubſtance ſolide diaphane comme elle; ces idées n'auroient pas été miſes en avant, ſi l'on eût penſé que l'élément terreux n'a pas plus le privilége de la ſimplicité abſolue que les autres élémens; que même comme il eſt le plus fixe de tous, & par conſéquent le plus conſtamment paſſif, il reçoit comme baſe toutes les impreſſions des autres; il les attire, les admet dans ſon ſein, s'unit, s'incorpore avec eux, les ſuit & ſe laiſſe entraîner par leur mouvement; & par conſéquent il n'eſt ni plus ſimple ni moins convertible que les autres. Ce ne ſont jamais que les grandes maſſes qu'il faut conſidérer lorſqu'on veut définir la Nature; les quatre élémens ont été bien ſaiſis par les Philoſophes, même les plus anciens; le ſoleil, l'atmoſphère, la mer & la terre

ſont les grandes maſſes ſur leſquelles
les ont établis ; s'il exiſtoit un aſtre
phlogiſtique, une atmoſphère d'alkali,
océan d'acide, & des montagnes de
mant, on pourroit alors les regarder
les principes généraux & réels de tous
corps ; mais ce ne ſont au contraire,
des ſubſtances particulières, produites
comme toutes les autres, par la combi
naiſon des véritables élémens.

Dans la grande maſſe de matière ſolide
qui nous repréſente l'élément de la terre,
la couche ſuperficielle eſt la terre la moins
pure ; toutes les matières dépoſées par
mer en forme de ſédimens, toutes
pierres produites par les animaux à
quilles, toutes les ſubſtances compoſées
par la combinaiſon des détrimens du règne
animal & végétal ; toutes celles qui ont
été altérées par le feu des volcans,
ſublimées par la chaleur intérieure du
globe, ſont des ſubſtances mixtes & tran
formées ; & quoiqu'elles compoſent de
très-grandes maſſes, elles ne nous repré
ſentent pas aſſez purement l'élément de
la Terre ; ce ſont les matières vitrifiables
dont la maſſe eſt mille & cent mille fois

plus considérable que celles de toutes ces autres substances, qui doivent être regardées comme le vrai fonds de cet élément; ce sont en même temps celles qui sont composées de la terre la plus fixe, celles qui sont les plus anciennes, & cependant les moins altérées; c'est de ce fonds commun dont toutes les autres substances ont tiré la base de leur solidité; car toute matière fixe, décomposée autant qu'elle peut l'être, se réduit ultérieurement en verre par la seule action du feu; elle reprend sa première nature lorsqu'on la dégage des matières fluides ou volatiles qui s'y étoient unies; & ce verre ou matière vitrée qui compose la masse de notre globe, représente d'autant mieux l'élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, ni odeur, ni saveur, ni liquidité, ni fluidité; qualités qui toutes proviennent des autres élémens ou leur appartiennent.

Si le verre n'est pas précisément l'élément de la terre, il en est au moins la substance la plus ancienne; les métaux sont plus récens & moins nobles; la plupart des autres minéraux se forment sous nos yeux; la Nature ne produit plus

de verre que dans les foyers particuliers de ſes volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres ſubſtances par la combinaiſon du verre avec les autres élémens. Si nous voulons nous former une idée juſte de ſes procédés dans la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu; conſidérer enſuite que de ce degré immenſe de chaleur il a paſſé ſucceſſivement au degré de la chaleur actuelle; que dans les premiers momens où ſa ſurface a commencé à prendre de la conſiſtance, il a dû ſe former des inégalités, telles que nous les voyons ſur la ſurface des matières fondues & refroidies; que les plus hautes montagnes toutes compoſées de matières vitrifiables, exiſtent & datent de ce moment qui eſt auſſi celui de la ſéparation des grandes maſſes de l'air, de l'eau & de la terre; qu'enſuite pendant le long eſpace de temps que ſuppoſe le refroidiſſement, ou ſi l'on veut la diminution de la chaleur du globe au point de la température actuelle, il s'eſt fait dans ces mêmes montagnes, qui étoient les parties les plus expoſées à l'action des cauſes extérieures

une infinité de fusions, de sublimations, d'agrégations & de transformations de toute espèce par le feu de la terre, combiné avec la chaleur du soleil, & toutes les autres causes que cette grande chaleur rendoit plus actives qu'elles ne le sont aujourd'hui; que par conséquent on doit rapporter à cette date la formation des métaux & des minéraux que nous trouvons en grandes masses & en filons épais & continus. Le feu violent de la terre embrasée après avoir élevé & réduit en vapeurs tout ce qui étoit volatil, après avoir chassé de son intérieur les matières qui composent l'atmosphère & les mers, a dû sublimer en même temps, toutes les parties les moins fixes de la terre, les élever & les déposer dans tous les espaces vides, dans toutes les fentes qui se formoient à la surface à mesure qu'elle se refroidissoit. Voilà l'origine & la gradation du gissement & de la formation des matières vitrifiables, qui toutes forment le noyau des plus grandes montagnes & renferment dans leurs fentes toutes les mines des métaux & des autres matières que le feu a pu diviser, fondre & sublimer.

Après ce premier établiſſement encor
ſubſiſtant des matières vitrifiables & d
minéraux en grande maſſe qu'on ne p
attribuer qu'à l'action du feu ; l'eau q
juſqu'alors ne formoit avec l'air qu'u
vaſte volume de vapeurs, commença d
prendre ſon état actuel dès que la ſuper
ficie du globe fut aſſez refroidie pour n
la plus repouſſer & diſſiper en vapeurs
elle ſe raſſembla donc & couvrit la p
grande partie de la ſurface terreſtre,
laquelle ſe trouvant agitée par un mou
ment continuel de flux & de reflux,
l'action des vents, par celle de la chale
elle commença d'agir ſur les ouvrag
du feu, elle altéra peu-à-peu la ſuperfi
des matières vitrifiables, elle en tranſpo
les débris, les dépoſa en forme de li
mens, elle put nourrir les animaux
coquilles, elle ramaſſa leurs dépouille
produiſit les pierres calcaires, en for
des collines & des montagnes, qui
deſſèchant enſuite reçurent dans leu
fentes, toutes les matières minérales qu'el
pouvoit diſſoudre ou charier.

Pour établir une théorie générale ſu
la formation des minéraux, il faut don

commencer par distinguer avec la plus grande attention, 1.° ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre lorsqu'elle étoit encore brûlante de chaleur, 2.° ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau, & troisièmement, ceux qui dans les volcans ou dans d'autres incendies postérieurs au feu primitif, ont une seconde fois subi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets sont très-distincts & comprennent tout le règne minéral; en ne les perdant pas de vue & y rapportant chaque substance minérale, on ne pourra guère se tromper sur son origine & même sur les degrés de sa formation. Toutes les mines que l'on trouve en masses ou gros filons dans nos hautes montagnes, doivent se rapporter à la sublimation du feu primitif: toutes celles au contraire que l'on trouve en petites ramifications, en filets, en végétations, n'ont eté formées que du détriment des premières, entraîné par la stillation des eaux. On le voit évidemment en comparant, par exemple, la matière des mines de fer de Suède avec celle de nos mines de fer en grains; celles-ci sont

l'ouvrage immédiat de l'eau, & nous les voyons ſe former ſous nos yeux, elles ne ſont point attirables par l'aimant, elles ne contiennent point de ſoufre, & ne ſe trouvent que diſperſées dans les terres; les autres ſont toutes plus ou moins ſulfureuſes, toutes attirables par l'aimant, ce qui ſeul ſuppoſe qu'elles ont ſubi l'action du feu; elles ſont diſpoſées en grandes maſſes dures & ſolides, leur ſubſtance eſt mêlée d'une grande quantité d'aſbeſte, autre indice de l'action du feu. Il en eſt de même des autres métaux, leur ancien fonds vient du feu & toutes leurs grandes maſſes ont été réunies par ſon action; mais toutes leurs criſtallifations, végétations, granulations, &c. ſont dûes à des cauſes ſecondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions ſur la converſion des élémens, parce que ce ſeroit anticiper ſur celles qu'exige en particulier chaque ſubſtance minérale, & qu'elles ſeront mieux placées dans les articles de l'Hiſtoire Naturelle des minéraux.

# RÉFLEXIONS

## *Sur la loi de l'Attraction.*

LE mouvement des Planètes dans leurs orbites, est un mouvement composé de deux forces: la première est une force de projection, dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite, si l'effet continu de la seconde cessoit un instant; cette seconde force tend vers le Soleil, & par son effet précipiteroit les Planètes vers le Soleil, si la première force venoit à son tour à cesser un seul instant.

La première de ces forces peut être regardée comme une impulsion, dont l'effet est uniforme & constant, & qui a été communiquée aux Planètes dès la formation du système planétaire: la seconde peut être considérée comme une attraction vers le Soleil, & se doit mesurer comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raison inverse du quarré de la distance, comme en effet on mesure les quantités de lumière, d'odeur, &c. & toutes les autres quantités

ou qualités qui se propagent en ligne droite & se rapportent à un centre. Or, il est certain que l'attraction se propage en ligne droite, puisqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à-plomb, & que tombant perpendiculairement à la surface de la Terre, il tend directement au centre de la force, & ne s'éloigne que très-peu de la direction du rayon au centre. Donc on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raison inverse du quarré de la distance, uniquement parce qu'elle part d'un centre ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raisonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourroit être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies & qui ne sont accoutumés à se rendre qu'à des démonstrations mathématiques; Newton a cru qu'il valoit beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes que par toute autre voie, & il a en effet démontré géométriquement, que si plusieurs corps se meuvent dans des cercles concentriques, & que les quarrés des temps de leurs révolutions soient comme les cubes de

leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les quarrés des distances; & que si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comme les quarrés des distances, pourvu que les apsides de ces orbites soient immobiles. Ainsi les forces par lesquelles les Planètes tendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites, suivent en effet la loi du quarré de la distance; & la gravitation étant générale & universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du quarré de la distance, & je ne crois pas que personne doute de la loi de Képler, & qu'on puisse nier que cela ne soit ainsi pour Mercure, pour Vénus, pour la Terre, pour Mars, pour Jupiter & pour Saturne, sur-tout en les considérant à part & comme ne pouvant se troubler les uns les autres, & en ne faisant attention qu'à leur mouvement autour du Soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne considérera qu'une planète ou qu'un satellite se mouvant dans son orbite autour du

Soleil ou d'une autre Planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un eſt en repos & l'autre en mouvement, on pourra aſſurer que la loi de l'attraction ſuit exactement la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, puiſque par toutes les obſervations la loi de Képler ſe trouve vraie, tant pour les planètes principales, que pour les ſatellites de Jupiter & de Saturne. Cependant on pourroit dès ici faire une objection tirée des mouvemens de la Lune, qui ſont irréguliers au point que M. Halley l'appelle *Sidus contumax*, & principalement du mouvement de ſes apſides, qui ne ſont pas immobiles comme le demande la ſuppoſition géométrique, ſur laquelle eſt fondé le réſultat qu'on a trouvé de la raiſon inverſe du quarré de la diſtance pour la meſure de la force d'attraction dans les planètes.

A cela il y a pluſieurs manières de répondre; d'abord on pourroit dire que la loi s'obſervant généralement dans toutes les autres planètes avec exactitude, un ſeul phénomène où cette même exactitude ne ſe trouve pas, ne doit pas détruire cette

loi, on peut le regarder comme une exception dont on doit chercher la raison particulière. En second lieu, on pourroit répondre comme l'a fait M. Cotes, que quand même on accorderoit que la loi d'attraction n'est pas exactement dans ce cas en raison inverse du quarré de la distance, & que cette raison est un peu plus grande, cette différence peut s'estimer par le calcul, & qu'on trouvera qu'elle est presque insensible puisque la raison de la force centripète de la Lune qui de toutes est celle qui doit être la plus troublée, approche soixante fois plus près de la raison du quarré que de la raison du cube de la distance : *Responderi potest etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exinde profectum quòd vis centripetæ proportio aberret aliquantulum a duplicatâ, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, & planè insensibilem esse; ista enim ratio vis centripetæ Lunaris quæ omnium maximè turbari debet, paululum quidem duplicatam superabit; ad hanc vero sexaginta ferè vicibus propiùs accedet quàm ad triplicatam. Sed verior erit responsio, &c.* Editoris præf. in edit. 2.^am Newton. *Auctore Roger Cotes.*

Et en troiſième lieu, on doit répondre plus poſitivement que ce mouvement des apſides ne vient point de ce que la loi d'attraction eſt un peu plus grande que dans la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, mais de ce qu'en effet le Soleil agit ſur la Lune par une force d'attraction qui doit troubler ſon mouvement & produire celui des apſides, & que par conſéquent cela ſeul pourroit bien être la cauſe qui empêche la Lune de ſuivre exactement la règle de Képler. Newton a calculé dans cette vue les effets de cette force perturbatrice, & il a tiré de ſa théorie les équations & les autres mouvemens de la Lune, avec une telle préciſion qu'ils répondent très-exactement & à quelques ſecondes près, aux obſervations faites par les meilleurs Aſtronomes; mais pour ne parler que du mouvement des apſides, il fait ſentir dès la XLV.me propoſition du premier Livre, que la progreſſion de l'apogée de la Lune vient de l'action du Soleil; en ſorte que juſqu'ici tout s'accorde, & ſa théorie ſe trouve auſſi vraie & auſſi exacte dans tous les cas les plus compliqués comme dans ceux qui le ſont le moins.

Cependant un de nos grands Géomètres a prétendu *(c)* que la quantité absolue du mouvement de l'apogée ne pouvoit pas se tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle est établie par Newton, parce qu'en employant les loix de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devroit s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile Mathématicien & les raisons qu'il a données pour soutenir son opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le suis encore aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les observations; je n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui seroit nécessaire pour prouver qu'il n'est pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche, je trouve qu'il est plus court d'assurer la loi de l'attraction telle qu'elle est, & de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu substituer à celle de Newton, n'est qu'une supposition qui implique contradiction.

Car admettons pour un instant ce que

*(c)* M. Clairaut. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année 1745.*

M. Clairaut prétend avoir démontré, que par la théorie de l'attraction mutuelle, le mouvement des apſides devroit ſe faire en dix-huit ans, au lieu de ſe faire en neuf ans, & ſouvenons-nous en même temps qu'à l'exception de ce phénomène tous les autres, quelque compliqués qu'ils ſoient, s'accordent dans cette même théorie très-exactement avec les obſervations; en juger d'abord par les probabilités, cette théorie doit ſubſiſter puiſqu'il y a un nombre très-conſidérable de choſes où elle s'accorde parfaitement avec la Nature, qu'il n'y a qu'un ſeul cas où elle en diffère, & qu'il eſt fort aiſé de ſe tromper dans l'énumération des cauſes d'un ſeul phénomène particulier; il me paroît donc que la première idée qui doit ſe préſenter, eſt qu'il faut chercher la raiſon particulière de ce phénomène ſingulier, & il me ſemble qu'on pourroit en imaginer quelqu'une; par exemple, ſi la force magnétique de la Terre pouvoit, comme le dit Newton, entrer dans le calcul, on trouveroit peut-être qu'elle influe ſur le mouvement de la Lune, & qu'elle pourroit produire cette accélération dans le mouvement de l'apo-

gée, & c'eſt dans ce cas où en effet il faudroit employer deux termes pour exprimer la meſure des forces qui produiſent le mouvement de la Lune. Le premier terme de l'expreſſion ſeroit toujours celui de la loi de l'attraction univerſelle, c'eſt-à-dire, la raiſon inverſe & exacte du quarré de la diſtance, & le ſecond terme repréſenteroit la meſure de la force magnétique.

Cette ſuppoſition eſt ſans doute mieux fondée que celle de M. Clairaut, qui me paroît beaucoup plus hypothétique, & ſujette d'ailleurs à des difficultés invincibles : exprimer la loi d'attraction par deux ou pluſieurs termes, ajouter à la raiſon inverſe du quarré de la diſtance une fraction du quarré-quarré, au lieu de $\frac{1}{xx}$ mettre $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$ me paroît n'être autre choſe que d'ajuſter une expreſſion de telle façon qu'elle correſponde à tous les cas ; ce n'eſt plus une loi phyſique que cette expreſſion repréſente, car en ſe permettant une fois de mettre un ſecond, un troiſième, un quatrième terme, &c. on pourroit trouver une expreſſion qui, dans

toutes les loix d'attraction, repréſenteroit les cas dont il s'agit, en l'ajuſtant en même temps aux mouvemens de l'apogée de la Lune & aux autres phénomènes; & par conſéquent cette ſuppoſition, ſi elle étoit admiſe, non-ſeulement anéantiroit la loi de l'attraction en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, mais même donneroit entrée à toutes les loix poſſibles & imaginables: une loi en Phyſique, n'eſt loi que parce que ſa meſure eſt ſimple, & que l'échelle qui la repréſente eſt non-ſeulement toujours la même, mais encore qu'elle eſt unique, & qu'elle ne peut être repréſentée par une autre échelle; or, toutes les fois que l'échelle d'une loi ne ſera pas repréſentée par un ſeul terme, cette ſimplicité & cette unité d'échelle, qui fait l'eſſence de la loi, ne ſubſiſte plus, & par conſéquent il n'y a plus aucune loi phyſique.

Comme ce dernier raiſonnement pourroit paroître n'être que de la métaphyſique, & qu'il y a peu de gens qui la ſachent apprécier, je vais tâcher de le rendre ſenſible en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra

établir une loi sur l'augmentation ou la diminution d'une qualité ou d'une quantité physique, on est strictement assujetti à n'employer qu'un terme pour exprimer cette loi : ce terme est la représentation de la mesure qui doit varier, comme en effet la quantité à mesurer varie ; en sorte que si la quantité, n'étant d'abord qu'un pouce, devient ensuite un pied, une aune, une toise, une lieue, &c. le terme qui l'exprime devient successivement toutes ces choses, ou plutôt les représente dans le même ordre de grandeur, & il en est de même de toutes les autres raisons dans lesquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puissions donc supposer qu'une qualité physique puisse varier, comme cette qualité est une, sa variation sera simple & toujours exprimable par un seul terme qui en sera la mesure ; & dès qu'on voudra employer deux termes, on détruira l'unité de la qualité physique, parce que ces deux termes représenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'est-à-dire, deux qualités au lieu d'une : deux termes sont en effet deux mesures, toutes deux

variables & inégalement variables, & dès-lors elles ne peuvent être appliquées à un ſujet ſimple, à une ſeule qualité ; & ſi on admet deux termes pour repréſenter l'effet de la force centrale d'un aſtre, il eſt néceſſaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une ſera relative au premier terme, & l'autre relative au ſecond terme ; d'où l'on voit évidemment qu'il faut, dans le cas préſent, que M. Clairaut admette néceſſairement une autre force différente de l'attraction, s'il emploie deux termes pour repréſenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne ſais pas comment on peut imaginer qu'une loi phyſique, telle qu'eſt celle de l'attraction, puiſſe être exprimée par deux termes par rapport aux diſtances ; car s'il y avoit, par exemple, une maſſe $M$ dont la vertu attractive fût exprimée par $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, n'en réſulteroit-il pas le même effet que ſi cette maſſe étoit compoſée de deux matières différentes, comme, par exemple, de $\frac{1}{2} M$, dont la loi d'attraction fût exprimée par $\frac{2aa}{xx}$ & de $\frac{1}{2} M$,

dont l'attraction fût $\frac{2b}{x^4}$ ? cela me paroît absurde.

Mais indépendamment de ces impossibilités qu'implique la supposition de M. Clairaut, qui détruit aussi l'unité de loi sur laquelle est fondée la vérité & la belle simplicité du système du monde, cette supposition souffre bien d'autres difficultés que M. Clairaut devoit, ce me semble, se proposer avant que de l'admettre, & commencer au moins par examiner d'abord toutes les causes particulières qui pourroient produire le même effet. Je sens que si j'eusse résolu, comme M. Clairaut, le problème des trois corps, & que j'eusse trouvé que la théorie de la gravitation ne donne en effet que la moitié du mouvement de l'apogée, je n'en aurois pas tiré la conclusion qu'il en tire contre la loi de l'attraction; aussi est-ce cette conclusion que je contredis, & à laquelle je ne crois pas qu'on soit obligé de souscrire, quand même M. Clairaut auroit pu démontrer l'insuffisance de toutes les autres causes particulières.

Newton dit, *page 547, tome III;*

*In his computationibus attractionem magneticam terræ non conſideravi, cujus itaque quantitas perparva eſt & ignoratur; ſi quando verò hæc attractio inveſtigari poterit, & menſura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum iſochronorum in diverſis parallelis, legeſque motuum maris & parallaxis Lunæ cum diametris apparentibus Solis & Lunæ ex phænomenis accuratiùs determinatæ fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratiùs repetere.* Ce paſſage ne prouve-t-il pas bien clairement que Newton n'a pas prétendu avoir fait l'énumération de toutes les cauſes particulières, & n'indique-t-il pas en effet que ſi on trouve quelques différences avec ſa théorie & les obſervations, cela peut venir de la force magnétique de la Terre ou de quelque autre cauſe ſecondaire, & par conſéquent ſi le mouvement des apſides ne s'accorde pas auſſi exactement avec ſa théorie que le reſte, faudra-t-il pour cela ruiner ſa théorie par le fondement, en changeant la loi générale de la gravitation? ou plutôt ne faudra-t-il pas attribuer à d'autres cauſes cette différence qui ne ſe trouve que dans ce ſeul phénomène? M. Clairaut a

proposé une difficulté contre le système de Newton, mais ce n'est tout au plus qu'une difficulté qui ne doit ni ne peut devenir un principe, il faut chercher à la résoudre, & non pas en faire une théorie dont toutes les conséquences ne sont appuyées que sur un calcul; car, comme je l'ai dit, on peut tout représenter avec un calcul, & on ne réalise rien; & si on se permet de mettre un ou plusieurs termes à la suite de l'expression d'une loi physique, comme l'est celle de l'attraction, on ne nous donne plus que de l'arbitraire au lieu de nous représenter la réalité.

Au reste, il me suffit d'avoir établi les raisons qui me font rejeter la supposition de M. Clairaut, celles que j'ai de croire, que bien loin qu'il ait pu donner atteinte à la loi de l'attraction, & renverser l'Astronomie physique, elle me paroît au contraire, demeurer dans toute sa vigueur, & avoir des forces pour aller encore bien loin, & cela sans que je prétende avoir dit, à beaucoup près, tout ce qu'on peut dire sur cette matière, à laquelle je desirerois qu'on donnât sans prévention, toute l'attention qu'il faut pour la bien juger.

## *ADDITION.*

JE me suis borné à démontrer que la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut être exprimée que par un terme, & non pas deux ou plusieurs termes; que par conséquent l'expression que M. Clairaut a voulu substituer à la loi du quarré des distances, n'est qu'une supposition qui renferme une contradiction, c'est-là le seul point auquel je me suis attaché; mais comme il paroît par sa réponse qu'il ne m'a pas assez entendu (d), je vais tâcher de rendre mes raisons plus intelligibles en les traduisant en calcul, ce sera la seule replique que je ferai à sa réponse.

*La loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes.*

*I.re DÉMONSTRATION.*

SUPPOSONS que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ représente l'effet de cette force par rapport

(d) Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année 1745, pages 493, 529, 551, 577 & 580.*

à la

à la distance $x$, ou, ce qui revient au même, supposons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ qui représente la force accélératrice, soit égale à une quantité donnée $A$ pour une certaine distance; en résolvant cette équation, la racine $x$, sera ou imaginaire, ou bien elle ira aux deux valeurs différentes: donc à différentes distances l'attraction seroit la même, ce qui est absurde: donc la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

## II.^me DÉMONSTRATION.

LA même expression $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ si $x$ devient très-grand, pourra se réduire à $\frac{1}{x^2}$, & si $x$ devient très-petit, elle se réduira à $\pm \frac{1}{x^4}$, de sorte que si $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$ l'exposant $n$ doit être un nombre compris entre 2 & 4, cependant ce même exposant $n$ doit nécessairement renfermer $x$, puisque la quantité d'attraction doit, de façon ou d'autre, être mesurée par la distance; cette expression prendra donc

alors une forme comme $\frac{1}{x^1} \pm \frac{1}{x^+} = \frac{1}{x^0}$, ou $= \frac{1}{x+r}$ ; donc une quantité qui doit être nécessairement un nombre compris entre 2 & 4, pourroit cependant devenir infinie, ce qui est absurde ; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

On voit que les démonstrations seroient les mêmes contre toutes les expressions possibles qui seroient composées de plusieurs termes ; donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un seul terme.

## *SECONDE ADDITION.*

JE ne voulois rien ajouter à ce que j'ai dit au sujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponse au nouvel écrit de M. Clairaut *(e)* : mais comme je crois qu'il est utile pour les Sciences, d'établir d'une manière certaine la proposition que j'ai avancée, savoir, que la loi de l'attraction, & même toute autre loi physique, ne peut jamais être exprimée que par

*(e)* Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année 1745, pages 577 & 578.*

seul terme, & qu'une nouvelle vérité de cette espèce, peut prévenir un grand nombre d'erreurs & de fausses applications dans les Sciences Physico-mathématiques; j'ai cherché plusieurs moyens de la démontrer.

On a vu dans mon Mémoire les raisons métaphysiques, par lesquelles j'établis que la mesure d'une qualité physique & générale dans la Nature est toujours simple; que la loi qui représente cette mesure, ne peut donc jamais être composée; qu'elle n'est réellement que l'expression de l'effet simple d'une qualité simple; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui est une, ne peut jamais avoir deux mesures. Ensuite, *dans l'addition à ce Mémoire*, j'ai prouvé démonstrativement cette même vérité par la réduction à l'absurde & par le calcul; ma démonstration est vraie, car il est certain en général, que si l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la distance, & que cette fonction soit composée de deux ou plusieurs termes, comme $\frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x}$, &c.

& que l'on égale cette fonction à une quantité constante $A$ pour une certaine distance; il est certain, dis-je, qu'en résolvant cette équation, la racine $x$ aura des valeurs imaginaires dans tous les cas, & aussi des valeurs réelles, différentes dans presque tous les cas, & que ce n'est que dans quelques cas, comme dans celui de $\frac{1}{x^3} + \frac{1}{x^4} = A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une sera positive & l'autre négative; cette exception particulière ne détruit donc pas la vérité de ma démonstration, qui est pour une fonction quelconque; car si en général l'expression de la loi d'attraction est $\frac{1}{xx} + mx^n$, l'exposant $n$ ne peut pas être négatif & plus grand que 2, puisqu'alors la pesanteur deviendroit infinie dans le point de contact; l'exposant $n$ est donc nécessairement positif, & le coëfficient $m$ doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la Lune; par conséquent le cas particulier $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ ne peut jamais représenter la loi de la pesanteur: & si on se permet une fois d'exprimer cette loi

par une fonction de deux termes, pourquoi le second de ces termes, seroit-il nécessairement positif! il y a, comme l'on voit, beaucoup de raisons pour que cela ne soit pas, & aucune raison pour que cela soit.

Dès le temps que M. Clairaut proposa pour la première fois de changer la loi de l'attraction & d'y ajouter un terme, j'avois senti l'absurdité qui résultoit de cette supposition, & j'avois fait mes efforts pour la faire sentir aux autres; mais j'ai depuis trouvé une nouvelle manière de la démontrer, qui ne laissera, à ce que j'espère, aucun doute sur ce sujet important: voici mon raisonnement que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible.

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi physique que l'on voudra, pouvoit être exprimée par deux ou plusieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $\frac{1}{xx}$, il seroit nécessaire que le second terme eût un coëfficient indéterminé, & qu'il fût, par exemple, $\frac{1}{mx^4}$; & de même si cette loi étoit exprimée par trois termes, il y auroit deux coëfficiens indéterminés,

l'un au ſecond, & l'autre au troiſième terme, &c. dès-lors cette loi d'attraction qui ſeroit exprimée par deux termes $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$, renfermeroit donc une quantité $m$ qui entreroit néceſſairement dans la meſure de la force.

Or je demande ce que c'eſt que ce coëfficient $m$, il eſt clair qu'il ne dépend ni de la maſſe, ni de la diſtance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner ſa valeur, comment peut-on donc ſuppoſer qu'il y ait en effet une telle quantité phyſique! exiſte-t-il dans la Nature un coëfficient comme un 4, un 5, un 6, &c. & n'y a-t-il pas de l'abſurdité à ſuppoſer qu'un nombre puiſſe exiſter réellement ou qu'un coëfficient puiſſe être une qualité eſſentielle à la matière! il faudroit pour cela qu'il y eût dans la Nature des phénomènes purement numériques & du même genre que ce coëfficient $m$, ſans cela il eſt impoſſible d'en déterminer la valeur, puiſqu'une quantité quelconque ne peut jamais être meſurée que par une autre quantité de même genre; il faut donc que M. Clairaut

commence par nous prouver que les nombres sont des êtres réels actuellement existans dans la Nature, ou que les coëfficiens sont des qualités physiques s'il veut que nous convenions avec lui que la loi d'attraction, ou toute autre loi physique, puisse être exprimée par deux ou plusieurs termes.

Si l'on veut une démonstration plus particulière, je crois qu'on peut en donner une qui sera à la portée de tout le monde, c'est que la loi de la raison inverse du quarré de la distance convient également à une sphère & à toutes les particules de matière dont cette sphère est composée. Le globe de la Terre exerce son attraction dans la raison inverse du quarré de la distance; & toutes les particules de matière dont ce globe est composé, exercent aussi leur attraction dans cette même raison, comme Newton l'a démontré: mais si l'on exprime cette loi de l'attraction d'une sphère par deux termes, la loi de l'attraction des particules qui composent cette sphère, ne sera point la même que celle de la sphère; par conséquent cette loi composée de deux termes, ne sera pas

générale, ou plutôt ne ſera jamais la loi de la Nature.

Les raiſons métaphyſiques, mathématiques & phyſiques s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme, & jamais par deux ou pluſieurs termes, c'eſt la propoſition que j'ai avancée & que j'avois à démontrer.

# INTRODUCTION
## À L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

### *PARTIE EXPÉRIMENTALE.*

DEPUIS vingt-cinq ans que j'ai jeté sur le papier mes idées sur la théorie de la Terre, & sur la nature des matières minérales dont le globe est principalement composé, j'ai eu la satisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des Navigateurs, & par de nouvelles observations que j'ai eu soin de recueillir; il m'est aussi venu dans ce long espace de temps quelques pensées neuves, dont j'ai cherché à constater la valeur & la réalité par des expériences; de nouveaux faits acquis par ces expériences, des rapports plus ou moins éloignés tirés de ces mêmes faits, des réflexions en conséquence, le tout lié à mon système général, & dirigé par une vue constante vers les grands objets de la Nature, voilà

ce que je crois devoir présenter aujourd'hui à mes Lecteurs; sur-tout à ceux qui m'ayant honoré de leur suffrage, aiment assez l'Histoire naturelle, pour chercher avec moi les moyens de l'étendre & de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'est sur les résultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raisonnemens, & que les idées même les plus conjecturales & qui pourroient paroître trop hasardées, ne laissent pas d'y tenir par des rapports qui seront plus ou moins sensibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à l'esprit de ceux qui savent évaluer la force des inductions, & apprécier la valeur des analogies.

Et comme il s'est écoulé bien des années depuis que j'ai commencé de publier mon ouvrage sur l'Histoire naturelle, & que le nombre des volumes s'est beaucoup augmenté, j'ai cru que pour ne pas rendre mon livre trop à charge au public, je devois m'interdire la liberté d'en donner une nouvelle édition corrigée & augmentée;

aussi dans le grand nombre de réimpressions qui se sont faites de cet ouvrage, il n'y a pas eu un seul mot de changé. Pour ne pas rendre aujourd'hui toutes ces éditions superflues, j'ai pris le parti de mettre en deux ou trois volumes de supplément, les corrections, additions, développemens & explications que j'ai jugées nécessaires à l'intelligence des sujets que j'ai traités. Ces supplémens contiendront beaucoup de choses nouvelles & d'autres plus anciennes, dont quelques-unes ont été imprimées, soit dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, soit ailleurs, je les ai divisés par parties relatives aux différens objets de l'histoire de la Nature, & j'en ai formé plusieurs Mémoires qui peuvent être lûs indépendamment les uns des autres, mais que j'ai seulement rapprochés selon l'ordre des matières.

# PREMIER MÉMOIRE.

## *Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les corps.*

J'AI fait faire dix boulets de fer forgé & battu :

| | pouces |
|---|---|
| Le premier d'un demi-pouce de diamètre. | $\frac{1}{2}$. |
| Le ſecond d'un pouce..... | 1. |
| Le troiſième d'un pouce & demi..... | $1\frac{1}{2}$. |
| Le quatrième de deux pouces..... | 2. |
| Le cinquième de deux pouces & demi. | $2\frac{1}{2}$. |
| Le ſixième de trois pouces..... | 3. |
| Le ſeptième de trois pouces & demi... | $3\frac{1}{2}$. |
| Le huitième de quatre pouces..... | 4. |
| Le neuvième de quatre pouces & demi. | $4\frac{1}{2}$. |
| Le dixième de cinq pouces..... | 5. |

Ce fer venoit de la forge de Chameçon près Châtillon-ſur-Seine, & comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids ſe ſont trouvés à très-peu-près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un demi-pouce peſoit 190 grains, *ou* 2 gros 46 grains.

Le boulet d'un pouce pesoit 1522 grains, *ou* 2 onces 5 gros 10 grains.

Le boulet d'un pouce $\frac{1}{2}$ pesoit 5136 grains, *ou* 8 onces 7 gros 24 grains.

Le boulet de 2 pouces pesoit 12173 grains, *ou* 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.

Le boulet de 2 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 23781 grains, *ou* 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.

Le boulet de trois pouces pesoit 41085 grains, *ou* 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.

Le boulet de 3 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 65254 grains, *ou* 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.

Le boulet de quatre pouces 97388 grains, *ou* 10 livres 9 onces 44 grains.

Le boulet de 4 pouces $\frac{1}{2}$ pesoit 138179 grains, *ou* 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.

Le boulet de 5 pouces pesoit 190211 grains, *ou* 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très-bonnes balances, en faisant limer peu-à-peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences, j'observerai :

1.° Que pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre exposé à l'air libre étoit à la congélation ou à quelques

degrés au-dessous *(a)* ; mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à peu-près à dix degrés au-dessus de la congélation, c'est-à-dire au degré de la température des caves de l'Observatoire ; & c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2.° J'ai cherché à saisir deux instans dans le refroidissement, le premier où les boulets cessoient de brûler, c'est-à-dire, le moment où on pouvoit les toucher & les tenir avec la main pendant une seconde, sans se brûler ; le second temps de ce refroidissement étoit celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire, à 10 degrés au-dessus de la congélation. Et pour connoître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière & de mêmes diamètres qui n'avoient pas été chauffés, & que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement

*(a)* Division de Reaumur.

immédiat & simultané de la main ou des deux mains sur les deux boulets, on pouvoit juger assez bien du moment où ces boulets étoient également froids; cette manière simple est non-seulement plus aisée que le thermomètre qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle est encore plus précise, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité & non pas de la proportion de la chaleur, & que nos sens sont meilleurs juges que les instrumens de tout ce qui est absolument égal ou parfaitement semblable. Au reste, il est plus aisé de reconnoître l'instant où les boulets cessent de brûler que celui où ils se sont refroidis à la température actuelle, parce qu'une sensation vive est toujours plus précise qu'une sensation tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3.° Comme le plus ou le moins de poli ou de brut sur le même corps fait beaucoup à la sensation du toucher, & qu'un corps poli semble être plus froid s'il est froid, & plus chaud s'il est chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le soient tous deux également, j'ai eu soin que les

boulets froids fussent bruts & semblables à ceux qui avoient été chauffés dont la surface étoit semée de petites éminences produites par l'action du feu.

## *EXPÉRIENCES.*

### I.

Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

### II.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes $\frac{1}{2}$.

Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.

### III.

Le boulet d'un pouce & demi a été chauffé à blanc en 9 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.

IV.

Le boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.
Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.
Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.

V.

Le boulet de deux pouces & demi a été chauffé à blanc en 16 minutes.
Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en une heure 42 minutes.
Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.

VI.

Le boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes $\frac{1}{2}$.
Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 minutes.
Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.

VII.

Le boulet de 3 pouces & demi a été chauffé à blanc en 23 minutes $\frac{1}{2}$.
Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 36 minutes.
Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.

VIII.

Le boulet de 4 pouces a été chauffé à
blanc en 27 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la
main en 3 heures 2 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle
en 6 heures 55 minutes.

IX.

Le boulet de 4 pouces & demi a été
chauffé à blanc en 31 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la
main en 3 heures 25 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle
en 7 heures 46 minutes.

X.

Le boulet de 5 pouces a été chauffé à
blanc en 34 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la
main en 3 heures 52 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle
en 8 heures 42 minutes.

La différence la plus conſtante que
l'on puiſſe prendre entre chacun des ter-
mes qui expriment le temps du refroidiſ-
ſement, depuis l'inſtant où l'on tire les
boulets du feu, juſqu'à celui où on peut
les toucher ſans ſe brûler, ſe trouve être
de vingt-quatre minutes; car en ſuppoſant

chaque terme augmenté de vingt-quatre, on aura

12′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′, 180′, 204′, 228′.

Et la suite des temps réels de ces refroidissemens trouvés par les expériences précédentes, est

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Ce qui approche de la première autant que l'expérience peut approcher du calcul.

De même la différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes du refroidissement jusqu'à la température actuelle, se trouve être de 54 minutes; car en supposant chaque terme augmenté de 54, on aura

39′, 93′, 147′, 201′, 255′, 309′, 363′, 417′, 471′, 525′.

Et la suite des temps réels de ce refroidissement, trouvés par les expériences précédentes, est

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

Ce qui approche auſſi beaucoup de la première ſuite ſuppoſée.

J'ai fait une ſeconde & une troiſième fois les mêmes expériences ſur les mêmes boulets ; mais j'ai vu que je ne pouvois compter que ſur les premières, parce que je me ſuis aperçu qu'à chaque fois qu'on chauffoit les boulets, ils perdoient conſidérablement de leur poids ; car

Le boulet d'un demi-pouce après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la dix-huitième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la ſeizième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la quinzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu-près la quatorzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces & demi après

avoir été chauffé trois fois, avoit perdu encore un peu plus de la treizième partie de son poids.

Le boulet de quatre pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la douzième partie & demie de son poids.

Le boulet de quatre pouces & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu un peu plus de la douzième partie & demie de son poids.

Le boulet de cinq pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à très-peu-près la douzième partie de son poids, car il pesoit avant d'avoir été chauffé, vingt livres dix onces un gros 59 grains *(a)*.

On voit que cette perte sur chacun

*(a)* Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes expériences sur des boulets de fonte de fer; mais M. de Montbeillard, Lieutenant-colonel du régiment Royal-Artillerie, m'a communiqué la note suivante qui y supplée parfaitement. On a pesé plusieurs boulets avant de les chauffer, qui se sont trouvés du poids de vingt-sept livres & plus. Après l'opération ils ont été réduits à vingt-quatre livres & un quart & vingt-quatre livres & demie. On a vérifié sur une grande quantité de boulets, que plus on les a chauffés & plus ils ont augmenté de volume & diminué de poids; enfin sur quarante mille boulets chauffés & râpés pour les réduire au calibre des canons, on a perdu dix mille, c'est-à-dire, un quart, en sorte qu'à tous égards cette pratique est mauvaise.

des boulets eſt extrêmement conſidérable, & qu'elle paroît aller en augmentant à meſure que les boulets ſont plus gros, ce qui vient, à ce que je préſume, de ce que l'on eſt obligé d'appliquer le feu violent d'autant plus long-temps que les corps ſont plus grands; mais en tout cette perte de poids, non-ſeulement eſt occaſionnée par le détachement des parties de la ſurface qui ſe réduiſent en ſcories, & qui tombent dans le feu; mais encore par une eſpèce de deſsèchement ou de calcination intérieure qui diminue la peſanteur des parties conſtituantes du fer; en ſorte qu'il paroît que le feu violent rend le fer ſpécifiquement plus léger à chaque fois qu'on le chauffe. Au reſte j'ai trouvé par des expériences ultérieures, que cette diminution de peſanteur varie beaucoup, ſelon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire ſix nouveaux boulets depuis un demi-pouce juſqu'à trois pouces de diamètre, & du même poids que les premiers; j'ai trouvé les mêmes progreſſions tant pour l'entrée que pour la ſortie de la chaleur, & je me ſuis aſſuré que le fer s'échauffe & ſe

refroidit en effet comme je viens de l'exposer.

Un passage de Newton *(b)* a donné naissance à ces expériences.

*Globus ferri candentis, digitum unum latus, calorem suum omnem spatio horæ unius in aëre consistens, vix amitteret. Globus autem major calorem diutius conservaret in ratione diametri, propterea quòd superficies (ad cujus mensuram per contactum aëris ambientis refrigeratur) in illâ ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Ideoque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id est, pedes plus minus 40000000 latus, diebus totidem & idcirco annis 50000, vix refrigesceret. Suspicor tamen quòd duratio caloris ob causas latentes augeatur in minori ratione quàm eâ diametri; & optarim rationem veram per experimenta investigari.*

Newton desiroit donc qu'on fît les expériences que je viens d'exposer, & je me suis déterminé à les tenter non-seulement parce que j'en avois besoin pour des vues semblables aux siennes, mais

*(b)* Princip. mathém. *Lond*, 1726, *page* 509.

encore parce que j'ai cru m'apercevoir que ce grand homme pouvoit s'être trompé, en disant que la durée de la chaleur devoit n'augmenter, par l'effet des causes cachées, qu'en *moindre* raison que celle du diamètre; il m'a paru au contraire en y réfléchissant, que ces causes cachées ne pouvoient que rendre cette raison plus grande au lieu de la faire plus petite.

Il est certain, comme le dit Newton, qu'un globe plus grand conserveroit la chaleur plus long-temps qu'un plus petit en raison du diamètre, si on suppose ces globes composés d'une matière parfaitement perméable à la chaleur; en sorte que la sortie de la chaleur fût absolument libre, & que les particules ignées ne trouvassent aucun obstacle qui pût les arrêter ni changer le cours de leur direction: ce n'est que dans cette supposition mathématique, que la durée de la chaleur seroit en effet en raison du diamètre; mais les causes cachées, dont parle Newton, & dont les principales sont les obstacles qui résultent de la perméabilité non absolue, imparfaite & inégale de toute matière solide,

solide, au lieu de diminuer le temps de la durée de la chaleur, doivent au contraire l'augmenter; cela m'a paru si clair, même avant d'avoir tenté mes expériences, que je serois porté à croire que Newton qui voyoit clair aussi jusque dans les choses même qu'il ne faisoit que soupçonner, n'est pas tombé dans cette erreur, & que le mot *minori ratione* au lieu de *majori*, n'est qu'une faute de sa main ou de celle d'un copiste, qui s'est glissée dans toutes les éditions de son ouvrage, du moins dans toutes celles que j'ai pu consulter: ma conjecture est d'autant mieux fondée que Newton paroît dire ailleurs, précisément le contraire de ce qu'il dit ici; c'est dans la onzième question de son Traité d'Optique *(d)*; « les corps d'un grand volume, dit-il, ne conservent-ils pas « plus long-temps (Nota. *Ce mot* PLUS « LONG-TEMPS, *ne peut signifier ici* « *qu'en raison plus grande que celle du dia-* « *mètre*) leur chaleur, parce que leurs « parties s'échauffent réciproquement? & « un corps vaste, dense & fixe étant une «

*(d)* Traduction de Coste,

» fois échauffé au-delà d'un certain degré
» ne peut-il pas jeter de la lumière en
» telle abondance, que par l'émiſſion &
» la réaction de ſa lumière, par les re
» flexions & les réfractions de ſes rayons
» au-dedans de ſes pores, il devienne
» toujours plus chaud juſqu'à ce qu'il
» parvienne à un certain degré de chaleur
» qui égale la chaleur du Soleil! & le
» Soleil & les Étoiles fixes, ne ſont-elles
» pas de vaſtes terres violemment échauf
» fées dont la chaleur ſe conſerve par la
» groſſeur de ces corps, & par l'action
» & la réaction réciproque entr'eux & la
» lumière qu'ils jettent, leurs parties étant
» d'ailleurs empêchées de s'évaporer en
» fumée, non-ſeulement par leur fixité
» mais encore par le vaſte poids &
» grande denſité des atmoſphères qui pe
» ſant de tous côtés, les compriment très
» fortement & condenſent les vapeurs &
» les exhalaiſons qui s'élèvent de ces
corps-là! »

Par ce paſſage, on voit que Newton
non-ſeulement eſt ici de mon avis ſur
durée de la chaleur qu'il ſuppoſe en
raiſon plus grande que celle du diamètre

mais encore qu'il renchérit beaucoup sur cette augmentation, en disant qu'un grand corps, par cela même qu'il est grand, peut augmenter sa chaleur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a pleinement confirmé ma pensée. La durée de la chaleur ou, si l'on veut, le temps employé au refroidissement du fer n'est point en plus *petite*, mais en plus *grande* raison que celle du diamètre ; il n'y a pour s'en assurer qu'à comparer les progressions suivantes.

*DIAMÈTRES.*

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 demi-pouces.

Temps du premier refroidissement, supposés en raison du diamètre.

12′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 108′, 120 minutes.

Temps réels de ce refroidissement, trouvés par l'expérience;

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Temps du second refroidissement, supposés en raison du diamètre.

39′, 78′, 117′, 156′, 195′, 234′, 273′, 312′, 351′, 390′.

Temps réels de ce ſecond refroidiſſement, trouvés par l'expérience ; 39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

On voit, en comparant ces progreſſions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur, non-ſeulement n'eſt pas en raiſon plus petite que celle du diamètre, (comme il eſt écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée eſt en raiſon conſidérablement plus grande.

Le docteur Martine qui a fait un bon ouvrage ſur les thermomètres, rapporte ce paſſage de Newton, & il dit, qu'il avoit commencé de faire quelques expériences qu'il ſe propoſoit de pouſſer plus loin, qu'il croit que l'opinion de Newton eſt conforme à la vérité, & que les corps ſemblables conſervent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres; mais que quant au doute que Newton forme, ſi dans les grands corps cette proportion n'eſt pas *moindre* que celle des diamètres, il ne le croit pas ſuffiſamment fondé. Le

docteur Martine avoit raison à cet égard; mais en même temps il avoit tort de croire d'après Newton, que tous les corps semblables solides ou fluides, conservent leur chaleur en raison de leurs diamètres; il rapporte à la vérité des expériences faites avec de l'eau dans des vases de porcelaine, par lesquelles il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent; mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que dans les corps solides la chose se passe différemment, car l'eau doit être regardée comme une matière presque entièrement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène, & qu'aucunes de ses parties ne peuvent faire obstacle à la circulation de la chaleur: ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à peu-près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant, si l'on vouloit chercher avec Newton, combien il faudroit de temps à un globe gros comme la Terre

pour ſe refroidir, on trouveroit d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il aſſigne pour le temps du refroidiſſement de la Terre juſqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cents ſoixante-quatre ans & deux cents vingt-un jours pour la refroidir, ſeulement juſqu'au point où elle ceſſeroit de brûler, & quatre-vingt-ſeize mille ſix cents ſoixante-dix ans & cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la ſuite des diamètres des globes étant

1, 2, 3, 4, 5..... *N* demi-pouces,

celle des temps du refroidiſſement juſqu'à pouvoir toucher les globes ſans ſe brûler, ſera

12, 36, 60, 84, 108....24 *N* — 12 mille

Et le diamètre de la Terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou

6537930 toiſes de 6 pieds.

En faiſant la lieue de 2282 toiſes,

ou de..... 39227580 pieds,

ou de..... 94146192 demi-pouces;

Nous avons $N = 941461920$ demi-pouc.

Et $24N - 12 = 22595086068$ min. c'eſt-à-dire quarante-deux mille neuf cents ſoixante-quatre ans & deux cents vingt-un jours pour le temps néceſſaire au refroidiſſement d'un globe gros comme la Terre, ſeulement juſqu'au point de pouvoir le toucher ſans ſe brûler.

Et de même la ſuite des temps du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, ſera

$39', 93', 147', 201', 255' \ldots 54N - 15'$.

Et comme $N$ eſt toujours $= 941461920$ demi-pouces, nous aurons $54N - 15 = 50838943662$ minutes, c'eſt-à-dire, quatre-vingt-ſeize mille ſix cents ſoixante-dix ans & cent trente-deux jours pour le temps néceſſaire au refroidiſſement d'un globe gros comme la Terre au point de la température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui du refroidiſſement de la Terre devroit encore être conſidérablement augmenté, parce que l'on imagine que le refroidiſſement ne s'opère que par le contact de l'air,

& qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air & le temps du refroidissement dans le vide; & comme l'on doit supposer que la terre & l'air se seroient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce surplus de temps; mais il est aisé de faire voir que cette différence est très-peu considérable, car quoique la densité du milieu dans lequel un corps se refroidit, fasse quelque chose sur la durée du refroidissement; cet effet est bien moindre qu'on ne pourroit l'imaginer, puisque dans le mercure qui est onze mille fois plus dense que l'air, il ne faut pour refroidir les corps qu'on y plonge qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidissement dans l'air.

La principale cause du refroidissement n'est donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expansive qui anime les parties de la chaleur & du feu, qui les chasse hors des corps où elles résident & les pousse directement du centre à la circonférence.

En comparant, dans les expériences

précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer, avec les temps nécessaires pour les refroidir; on verra qu'il faut environ la sixième partie & demie du temps pour les chauffer à blanc, de ce qu'il en faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, & environ la quinzième partie & demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température actuelle *(e)*; en sorte qu'il y a encore une très-grande correction à faire dans le texte de Newton, sur l'estime qu'il fait de la chaleur que le Soleil a communiquée à la Comète de 1680; car cette Comète n'ayant été exposée à la violente chaleur du Soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps,

*(e) Nota.* Le boulet d'un pouce & celui d'un demi-pouce sur-tout, ont été chauffés en bien moins de temps, & ne suivent point cette proportion de quinze & demi à un, & c'est par la raison qu'étant très-petits & placés dans un grand feu, la chaleur les pénétroit, pour ainsi dire, tout-à-coup; mais à commencer par les boulets d'un pouce & demi de diamètre, la proportion que j'établis ici se trouve assez exacte pour qu'on puisse y compter.

& non pas en entier comme Newton paroît le ſuppoſer dans le paſſage que je vais rapporter :

*Eſt calor Solis ut radiorum denſitas, hoc eſt reciprocè ut quadratum diſtantiæ locorum a Sole. Ideoque cùm diſtantia cometæ a centro Solis decemb. 8, ubi in perihelio verſabatur, eſſet ad diſtantiam terræ a centro Solis ut 6 ad 1000 circiter, calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æſtivi apud nos ut 1000000 ad 3, ſeu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis eſt quaſi triplò major quàm calor quem terra arida concipit ad æſtivum Solem ut expertus ſum, &c. Calor ferri candentis (ſi rectè conjector) quaſi triplò vel quadruplò major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor quem terra arida apud Cometam in perihelio verſantem ex radiis ſolaribus concipere poſſet, quaſi 2000 vicibus major quàm calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omniſque materia volatilis ſtatim conſumi ac diſſipari debuiſſent.*

*Cometa igitur in perihelio ſuo calorem immenſum ad Solem concepit & calorem illum diutiſſimè conſervare poteſt.*

Je remarquerai d'abord, que Newton fait ici la chaleur du fer rougi beaucoup moindre qu'elle n'eſt en effet, & qu'il le dit lui-même dans un Mémoire qui a pour titre, *Échelle de la chaleur*, & qu'il a publié dans les Tranſactions philoſophiques de 1701, c'eſt-à-dire, pluſieurs années après la publication de ſon *Livre des Principes*. On voit dans ce Mémoire qui eſt excellent, & qui renferme le germe de toutes les idées ſur leſquelles on a depuis conſtruit les thermomètres; on y voit, dis-je, que Newton après des expériences très-exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, celle de l'étain fondant ſix fois plus grande, celle du plomb fondant huit fois plus grande, celle du régule fondant douze fois plus grande, & celle d'un feu de cheminée ordinaire, ſeize ou dix-ſept fois plus grande que celle du Soleil d'été; & de-là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne ſoit encore bien plus grande, puiſqu'il faut un feu conſtamment animé par le ſoufflet pour chauffer le fer à ce point.

Newton paroît lui-même le sentir, & donner à entendre que cette chaleur du fer rougi, paroît être sept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante; ainsi il faut, suivant Newton lui-même, changer trois mots au passage précédent, & lire, *calor ferri candentis est quasi triplò (septuplò) vel quadruplò (octuplò) major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud Cometam in perihelio versantem quasi 2000 (1000) vicibus major quàm calor ferri candentis.* Cela diminue de moitié la chaleur de cette Comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution qui n'est que relative, n'est rien en elle-même ni rien en comparaison de la diminution réelle & très-grande qui résulte de notre première considération, il faudroit pour que la Comète eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi qu'elle eût séjourné pendant un temps très-long dans le voisinage du Soleil, au lieu qu'elle n'a fait que passer très-rapidement, surtout à la plus petite distance, sur laquelle seule néanmoins Newton établit son calcul de comparaison. Elle étoit le 8 décembre

1680 à $\frac{6}{1000}$ de la distance de la Terre au centre du Soleil; mais la veille ou le lendemain, c'est-à-dire vingt-quatre heures avant & vingt-quatre heures après, elle étoit déjà à une distance six fois plus grande, & où la chaleur étoit par conséquent trente-six fois moindre.

Si l'on vouloit donc connoître la quantité de cette chaleur communiquée à la Comète par le Soleil, voici comment on pourroit faire cette estimation assez juste, & en faire en même temps la comparaison avec celle du fer ardent, au moyen de mes expériences.

Nous supposerons comme un fait que cette Comète a employé six cents soixante-six heures à descendre du point où elle étoit encore éloignée du Soleil d'une distance égale à celle de la Terre à cet astre, auquel point la Comète recevoit par conséquent une chaleur égale à celle que la Terre reçoit du Soleil, & que je prends ici pour l'unité; nous supposerons de même que la Comète a employé six cents soixante-six autres heures à remonter du point le plus bas de son périhélie à cette même distance; & supposant aussi

ſon mouvement uniforme, on verra que la Comète étant au point le plus bas de ſon périhélie, c'eſt-à-dire, à $\frac{6}{1000}$ de diſtance de la Terre au Soleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment étoit vingt-ſept mille ſept cents ſoixante-ſeize fois plus grande que celle que reçoit la Terre: en donnant à ce moment une durée de 80 minutes, ſavoir, 40 minutes en deſcendant, & 40 minutes en montant, on aura:

À 6 de diſtance, 27776 de chaleur pendant 80 minutes.

À 7 de diſtance, 20408 de chaleur auſſi pendant 80 minutes.

À 8 de diſtance, 15625 de chaleur toujours pendant 80', & ainſi de ſuite juſqu'à la diſtance 1000 où la chaleur eſt 1. En ſommant toutes les chaleurs à chaque diſtance, on trouvera 363410 pour le total de la chaleur que la Comète a reçue du Soleil, tant en deſcendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'eſt-à-dire, par $\frac{4}{3}$ d'heure; on aura donc 484547 qu'on diviſera par 2000 qui repréſente la chaleur totale que la Terre a reçue dans ce même temps de

1332 heures, puiſque la diſtance eſt toujours 1000, & la chaleur toujours = 1 ; ainſi l'on aura 242 $\frac{547}{2000}$ pour la chaleur que la Comète a reçue de plus que la Terre pendant tout le temps de ſon périhélie, au lieu de 28000 comme Newton le ſuppoſe, parce qu'il ne prend que le point extrême, & ne fait nulle attention à la très-petite durée du temps.

Et encore faudroit-il diminuer cette chaleur 242 $\frac{547}{2000}$, parce que la Comète parcouroit, par ſon accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle étoit plus près du Soleil.

Mais en négligeant cette diminution, & en admettant que la Comète a en effet reçu une chaleur à peu-près deux cents quarante-deux fois plus grande que celle de notre Soleil d'été, & par conſéquent 17 $\frac{2}{7}$ fois plus grande que celle du fer ardent, ſuivant l'eſtime de Newton, ou ſeulement dix fois plus grande ſuivant la correction qu'il faut faire à cette eſtime; on doit ſuppoſer que pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudroit dix fois pus de temps, c'eſt-à-dire, 133 20 heures au

lieu de 1332. Par conséquent on peut comparer à la Comète un globe de fer qu'on auroit chauffé à un feu de forge pendant 13320 heures pour pouvoir le rougir à blanc.

Or, on voit par mes expériences, que la suite des temps nécessaires pour chauffer des globes dont les diamètres croissent, comme

1, 2, 3, 4, 5..... $n$ demi-pouces,

est à très-peu-près

$2', 5'\frac{1}{2}, 9', 12'\frac{1}{2}, 16' \ldots \frac{7^n-3}{2}$ min.

On aura donc $\frac{7^n-3}{2} = 799200$ min.

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi-pouces.

Ainsi avec le feu de forge, on ne pourroit chauffer à blanc en 799200 min. ou 13320 heures, qu'un globe dont le diamètre seroit de 228342 demi-pouces, & par conséquent il faudroit pour que toute la masse de la Comète soit échauffée au point du fer rougi à blanc, pendant le peu de temps qu'elle a été exposée aux ardeurs du Soleil, qu'elle n'eût eu que 228342 demi-pouces de diamètre, & supposer encore qu'elle eût été frappée

de tous côtés & en même temps par la lumière du Soleil. D'où il réſulte que ſi on la ſuppoſe plus grande, il faut néceſſairement ſuppoſer plus de temps dans la même raiſon de $n$ à $\frac{7n-3}{2}$; en ſorte, par exemple, que ſi l'on veut ſuppoſer la Comète égale à la Terre, on aura $n = 941461920$ demi-pouces, & $\frac{7n-3}{2} = 3295116718$ minutes, c'eſt-à-dire, qu'au lieu de 13320 heures, il en faudroit 5491812, ou ſi l'on veut, au lieu d'un an 190 jours, il faudroit 6269 ans pour chauffer à blanc un globe gros comme la Terre; & par la même raiſon, il faudroit que la Comète, au lieu de n'avoir ſéjourné que 1332 heures ou 55 jours 12 heures dans tout ſon périhélie, y eût demeuré pendant 392 ans. Ainſi les Comètes, lorſqu'elles approchent du Soleil, ne reçoivent pas une chaleur immenſe, ni très-long-temps durable, comme le dit Newton, & comme on ſeroit porté à le croire à la première vue; leur ſéjour eſt ſi court dans le voiſinage de cet aſtre, que leur maſſe n'a

pas le temps de s'échauffer, & qu'il n'y a guère que la partie de la ſurface, expoſée au Soleil, qui ſoit brûlée par ces inſtans de chaleur extrême, laquelle en calcinant & volatiliſant la matière de cette ſurface, la chaſſe au-dehors en vapeurs & en pouſſière du côté oppoſé au Soleil; & ce qu'on appelle *la queue d'une Comète*, n'eſt autre choſe que la lumière même du Soleil rendue ſenſible, comme dans une chambre obſcure, par ces atomes que la chaleur pouſſe d'autant plus loin qu'elle eſt plus violente.

Mais une autre conſidération bien différente de celle-ci & encore plus importante, c'eſt que pour appliquer le réſultat de nos expériences & de notre calcul à la Comète & à la Terre, il faut les ſuppoſer compoſées de matières qui demanderoient autant de temps que le fer pour ſe refroidir; tandis que dans le réel, les matières principales dont le globe terreſtre eſt compoſé, telles que les glaiſes, les grès, les pierres, &c. doivent ſe refroidir en bien moins de temps que le fer.

Pour me ſatisfaire ſur cet objet, j'ai fait faire des globes de glaiſe & de grès,

& les ayant fait chauffer à la même forge jusqu'à les faire rougir à blanc, j'ai trouvé que les boulets de glaise de deux pouces se sont refroidis au point de pouvoir les tenir dans la main en trente-huit minutes, ceux de deux pouces & demi en quarante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante minutes, ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres de deux pouces, deux pouces & demi & trois pouces, donne les rapports de 38 à 80 pour deux pouces, 48 à 102 pour deux pouces & demi, & 60 à 127 pour trois pouces, ce qui fait un peu moins de 1 à 2; en sorte que pour le refroidissement de la glaise, il ne faut pas la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces se sont refroidis au point de les tenir dans la main en quarante-cinq minutes, ceux de deux pouces & demi en cinquante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante-quinze minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces

mêmes diamètres, donne les rapports de 46 à 80 pour deux pouces, de 58 à 102 pour deux pouces & demi, & de 75 à 127, pour trois pouces, ce qui fait à très-peu-près la raiſon de 9 à 5; en ſorte que pour le refroidiſſement du grès, il faut plus de la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'obſerverai au ſujet de ces expériences, que les globes de glaiſe chauffés à feu blanc, ont perdu de leur peſanteur encore plus que les boulets de fer, & juſqu'à la neuvième ou dixième partie de leur poids; au lieu que le grès chauffé au même feu, ne perd preſque rien du tout de ſon poids, quoique toute la ſurface ſe couvre d'émail & ſe réduiſe en verre. Comme ce petit fait m'a paru ſingulier, j'ai répété l'expérience pluſieurs fois, en faiſant même pouſſer le feu & le continuer plus long-temps que pour le fer; & quoiqu'il ne fallût guère que le tiers du temps pour rougir le grès, de ce qu'il en falloit pour rougir le fer; je l'ai tenu à ce feu le double & le triple du temps, pour voir s'il perdroit davantage, & je n'ai trouvé que de très-légères diminutions; car le

globe de deux pouces, chauffé pendant huit minutes, qui pesoit sept onces deux gros trente grains avant d'être mis au feu, n'a perdu que quarante-un grains, ce qui ne fait pas la centième partie de son poids; celui de deux pouces & demi, qui pesoit quatorze onces deux gros huit grains, ayant été chauffé pendant douze minutes, n'a perdu que la cent cinquante-quatrième partie de son poids; & celui de trois pouces qui pesoit vingt-quatre onces cinq gros treize grains, ayant été chauffé pendant dix-huit minutes, c'est-à-dire, à peu-près autant que le fer, n'a perdu que soixante-dix-huit grains, ce qui ne fait que la cent quatre-vingt-unième partie de son poids. Ces pertes sont si petites qu'on pourroit les regarder comme nulles, & assurer en général que le grès pur ne perd rien de sa pesanteur au feu; car il m'a paru que ces petites diminutions que je viens de rapporter, ont été occasionnées par les parties ferrugineuses qui se sont trouvées dans ces grès, & qui ont été en partie détruites par le feu.

Une chose plus générale & qui mérite bien d'être remarquée, c'est que les durées

de la chaleur dans différentes matières exposées au même feu pendant un temps égal, sont toujours dans la même proportion, soit que le degré de chaleur soit plus grand ou plus petit; en sorte, par exemple, que si on chauffe le fer, le grès & la glaise à un feu violent, & tel qu'il faille quatre-vingts minutes pour refroidir le fer au point de pouvoir le toucher, quarante-six minutes pour refroidir le grès au même point, & trente-huit pour refroidir la glaise; & qu'à une chaleur moindre il ne faille, par exemple, que dix-huit minutes pour refroidir le fer à ce même point de pouvoir le toucher avec la main, il ne faudra proportionnellement qu'un peu plus de dix minutes pour refroidir le grès, & environ huit minutes & demie pour refroidir la glaise à ce même point.

J'ai fait de semblables expériences sur des globes de marbre, de pierre, de plomb & d'étain, à une chaleur telle seulement que l'étain commençoit à fondre, & j'ai trouvé que le fer se refroidissant en dix-huit minutes au point de pouvoir le tenir à la main, le marbre se refroidit au même point en douze minutes,

pierre en onze, le plomb en neuf, & l'étain en huit minutes.

Ce n'eſt donc pas proportionnellement à leur denſité, comme on le croit vulgairement *(f)*, que les corps reçoivent & perdent plus ou moins vîte la chaleur; mais dans un rapport bien différent & qui eſt en raiſon inverſe de leur ſolidité, c'eſt-à-dire, de leur plus ou moins grande *non fluidité*; en ſorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide le plus denſe, qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le ſolide le moins denſe. Je donnerai dans les Mémoires ſuivans le développement entier de ce principe duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur : mais pour que mon aſſertion ne paroiſſe pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie.

J'ai trouvé par la vue de l'eſprit, que les corps qui s'échaufferoient en raiſon de leurs diamètres, ne pourroient être que

*(f)* Voyez la Chimie de Boërrhave. *Partie I.re pages 266 & 276, & auſſi 160, 264 & 267.* — Muſſchenbroek, *Eſſais de Phiſique, pages 94 & 969, &c.*

ceux qui seroient parfaitement perméables à la chaleur, & que ce seroient en même temps ceux qui s'échaufferoient ou se refroidiroient en moins de temps. Dès-lors j'ai pensé que les fluides dont toutes les parties ne se tiennent que par un foible lien, approchoient plus de cette perméabilité parfaite que les solides dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils soient, s'échauffent & se refroidissent plus promptement qu'aucun solide quelque léger qu'il soit; en sorte, par exemple, que le mercure comparé avec le bois, s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il soit quinze ou seize fois plus dense.

Cela m'a fait reconnoître que le progrès de la chaleur dans les corps ne devoit en aucun cas se faire relativement à leur densité; & en effet, j'ai trouvé par l'expérience que tant dans les solides que dans les fluides, ce progrès se fait plutôt en raison de leur fluidité, ou si j'ai

veut en raison inverse de leur solidité.

Comme ce mot *solidité* a plusieurs acceptions, il faut voir nettement le sens dans lequel je l'emploie ici : *solide* & *solidité* se disent en Géométrie relativement à la grandeur, & se prennent pour le volume du corps ; *solidité* se dit souvent en Physique relativement à la densité, c'est-à-dire, à la masse contenue sous un volume donné ; *solidité* se dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'est-à-dire, à la résistance que font les corps lorsque nous voulons les entamer ; or ce n'est dans aucun de ces sens, que j'emploie ici ce mot, mais dans une acception qui devroit être la première parce qu'elle est la plus propre. J'entends uniquement par *solidité* la qualité opposée à la fluidité, & je dis que c'est en raison inverse de cette qualité que se fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, & qu'ils s'échauffent ou se refroidissent d'autant plus vîte qu'ils sont plus fluides, & d'autant plus lentement qu'ils sont plus solides ; toutes les autres circonstances étant égales d'ailleurs.

Et pour prouver que la solidité prise

dans ce sens est tout-à-fait indépendante de la densité; j'ai trouvé par expérience que des matières plus denses ou moins denses s'échauffent & se refroidissent plus promptement que d'autres matières plus ou moins denses; que, par exemple, l'or & le plomb qui sont beaucoup plus denses que le fer & le cuivre, néanmoins s'échauffent & se refroidissent beaucoup plus vîte, & que l'étain & le marbre qui sont au contraire moins denses, s'échauffent & se refroidissent aussi beaucoup plus vîte que le fer & le cuivre, & qu'il en est de même de plusieurs autres matières qui quoique plus ou moins denses, s'échauffent & se refroidissent plus promptement que d'autres qui sont beaucoup moins denses ou plus denses; en sorte que la densité n'est nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps solides.

Et pour le prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercure qui est treize ou quatorze fois plus dense que l'eau, néanmoins s'échauffe & se refroidit en moins de temps que l'eau; & que l'esprit-de-vin qui est moins dense que l'eau s'échauffe & se refroidit aussi plus

vîte que l'eau; en sorte que généralement le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que pour la sortie, n'a aucun rapport à leur densité, & se fait principalement en raison de leur fluidité, en étendant la fluidité jusqu'au solide, c'est-à-dire, en regardant la solidité comme une *non fluidité*, plus ou moins grande. De-là j'ai cru devoir conclure que l'on connoîtroit en effet le degré réel de fluidité dans les corps, en les faisant chauffer à la même chaleur; car leur fluidité sera dans la même raison que celle du temps pendant lequel ils recevront & perdront cette chaleur : & il en sera de même des corps solides; ils seront d'autant plus solides, c'est-à-dire, d'autant plus *non fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur & la perdre : & cela presque généralement à ce que je présume; car j'ai déjà tenté ces expériences sur un grand nombre de matières différentes, & j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre aussi complète & aussi exacte qu'il m'a été possible, & qu'on trouvera dans le Mémoire suivant.

# SECOND MÉMOIRE.

## *Suite des Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les différentes ſubſtances minérales.*

J'AI fait faire un grand nombre de globes, tous d'un pouce de diamètre, le plus préciſément qu'il a été poſſible, des matières ſuivantes, qui peuvent repréſenter ici à peu-près le règne minéral.

Or le plus pur, affiné par les ſoins de M. Tillet, de l'Academie des Sciences, qui a fait travailler ce globe à ma prière, pèſe . . . . . onces. gros. grains. 6. 2. 17.

Plomb, pèſe . . . . . 3. 6. 28.

Argent le plus pur, travaillé le même, pèſe . . . . . 3. 3. 22.

Biſmuth, pèſe . . . . . 3. 0. 5.

Cuivre rouge, pèſe . . . . . 2. 7. 56.

Fer, pèſe . . . . . 2. 5. 10.

Étain, pèſe . . . . . 2. 3. 48.

Antimoine fondu, & qui avoit des petites cavités à ſa ſurface, pèſe . . . . . 2. 1. 34.

| | onces. | gros. | grains. |
|---|---|---|---|
| Zinc, pèſe..... | 2. | 1. | 2. |
| Émeril, pèſe..... | 1. | 2. | 24 $\frac{1}{2}$. |
| Marbre blanc, pèſe..... | 1. | 0. | 25. |
| Grès pur, pèſe..... | 0. | 7. | 24. |
| Marbre commun de Montbard, pèſe..... | 0. | 7. | 20. |
| Pierre calcaire dure & griſe de Montbard, pèſe..... | 0. | 7. | 20. |
| Gyps blanc, improprement appelé *Albâtre*, pèſe..... | 0. | 6. | 36. |
| Pierre calcaire blanche, ſtatuaire, de la carrière d'Anières près de Dijon, pèſe..... | 0. | 6. | 36. |
| Criſtal-de-roche, il étoit un peu trop petit, & il y avoit pluſieurs défauts & quelques petites fêlures à ſa ſurface; je préſume que ſans cela, il auroit peſé plus d'un gros de plus, il pèſe..... | 0. | 6. | 22. |
| Verre commun, pèſe..... | 0. | 6. | 21. |
| Terre glaiſe pure non cuite, mais très-sèche, pèſe..... | 0. | 6. | 16. |
| Ocre, pèſe..... | 0. | 5. | 9. |
| Porcelaine de M. le comte de Lauraguais, pèſe..... | 0. | 5. | 2 $\frac{1}{2}$. |
| Craie blanche, pèſe..... | 0. | 4. | 49. |

| | onces. | gros. | grains. |
|---|---|---|---|
| Pierre-ponce avec pluſieurs petites cavités à ſa ſurface, pèſe. | 0. | 1. | 69. |
| Bois de cerifier, qui; quoique plus léger que le chêne & la plupart des autres bois, eſt celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèſe..... | 0. | 1. | 55. |

Je dois avertir qu'il ne faut pas compter aſſez ſur les poids rapportés dans cette table, pour en conclure la peſanteur ſpécifique exacte de chaque matière, car quelque précaution que j'aie priſe pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différens métiers, les uns me les ont rendus trop gros & les autres trop petits. On a diminué ceux qui avoient plus d'un pouce de diamètre, mais quelques-uns qui étoient un tant ſoit peu trop petits, comme ceux de criſtal-de-roche, de verre & de porcelaine, ſont demeurés tels qu'ils étoient : j'ai ſeulement rejeté ceux d'agate, de jaſpe, de porphyre & de jade qui étoient ſenſiblement trop petits. Néanmoins ce degré de préciſion de groſſeur, très-difficile à ſaiſir, n'étoit pas abſolument néceſſaire,

car il ne pouvoit changer que très-peu le réſultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avois expoſé à un même degré de feu, une maſſe quarrée de fer, & une autre de plomb de deux pouces dans toutes leurs dimenſions, & j'avois trouvé par des eſſais réitérés, que le plomb s'échauffoit plus vîte & ſe refroidiſſoit en beaucoup moins de temps que le fer. Je fis la même épreuve ſur le cuivre rouge; il faut auſſi plus de temps pour l'échauffer & pour le refroidir, qu'il n'en faut pour le plomb & moins que pour le fer. En ſorte que de ces trois matières, le fer me parut celle qui eſt la moins acceſſible à la chaleur, & en même temps celle qui la retient le plus long-temps. Ceci me fit connoître que la loi du progrès de la chaleur, c'eſt-à-dire, de ſon entrée & de ſa ſortie dans les corps, n'étoit point du tout proportionnelle à leur denſité, puiſque le plomb qui eſt plus denſe que le fer & le cuivre, s'échauffe néanmoins & ſe refroidit en moins de temps que ces deux autres métaux. Comme cet objet me parut important,

je fis faire mes petits globes, pour m'assurer plus exactement, sur un grand nombre de différentes matières, du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de distance les uns des autres devant le même feu, ou dans le même four, deux ou trois, quatre ou cinq, &c. ensemble pendant le même temps avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laissois exposés à la même action du feu, jusqu'à ce que le globe d'étain commençoit à fondre, & dans ce moment on les enlevoit tous ensemble, & on les posoit sur une table dans de petites cases préparées pour les recevoir; je les y laissois refroidir sans les bouger, en essayant assez souvent de les toucher, & au moment qu'ils commençoient à ne plus brûler les doigts, & que je pouvois les tenir dans ma main pendant une demi-seconde, je marquois le nombre des minutes qui s'étoient écoulées depuis qu'ils étoient retirés du feu; ensuite je les laissois tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchois de

juger par le moyen d'autres petits globes de même matière qui n'avoient pas été chauffés, & que je touchois en même temps que ceux qui se refroidissoient. De toutes les matières que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain ; & malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurois pris pour terme de comparaison, mais comme c'est une matière friable & qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre, de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I.

PAR une première expérience, le boulet de plomb & le boulet de cuivre chauffés pendant le même temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir dans la main pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température actuelle.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Plomb, en..... | 8. | En..... | 25. |
| Cuivre, en..... | 12. | En..... | 35. |

II.

AYANT fait chauffer ensemble, au

même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès & de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température actuelle.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | $6\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Plomb, en..... | 8. | En..... | 17. |
| Grès, en..... | 9. | En..... | 19. |
| Marbre commun, en | 10. | En..... | 21. |
| Cuivre, en..... | $11\frac{1}{4}$. | En..... | 36. |
| Fer, en..... | 13. | En..... | 38. |

## III.

PAR une seconde expérience à un feu plus ardent & au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Plomb, en..... | $10\frac{1}{2}$. | En..... | 42. |
| Grès, en..... | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 46. |
| Marbre commun, en | $13\frac{1}{4}$. | En..... | 50. |
| Cuivre, en..... | $19\frac{1}{2}$. | En..... | 51. |
| Fer, en..... | $23\frac{1}{2}$. | En..... | 54. |

## IV.

PAR une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets avec un nouveau boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 25. |
| Plomb, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 35. |
| Grès, en..... | $10\frac{1}{2}$. | En..... | 37. |
| Marbre commun, en | 12. | En..... | 39. |
| Cuivre, en..... | 14. | En..... | 44. |
| Fer, en..... | 17. | En..... | 50. |

De ces expériences que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre au point de les tenir : : $53\frac{1}{2} : 45$; & au point de la température : : 142 : 125.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du premier refroidissement du marbre commun : : $53\frac{1}{2} : 35\frac{1}{2}$, & au point de leur refroidissement entier : : 142 : 110.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: $53\frac{1}{2} : 32$, & : : $142 : 102\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir : : $53\frac{1}{2} : 27$, & : : $142 : 94\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

## V.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 8 minutes; & en entier, c'est-à-dire, à la température, en 32 minutes; & le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en 18 minutes, & refroidi en entier en 48 minutes; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences, est:

1.° Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain : : 48 : 22, & : : 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre, ſont à ceux du refroidiſſement du marbre commun : : 45 : 35 $\frac{1}{2}$ pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 110 pour le refroidiſſement à la température.

3.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre ſont à ceux du refroidiſſement du grès : : 45 : 33 pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 102 pour le refroidiſſement à la température actuelle.

4.° Que les temps du refroidiſſement du cuivre ſont à ceux du refroidiſſement du plomb : : 45 : 27 pour le premier refroidiſſement, & : : 125 : 94 $\frac{1}{2}$ pour le refroidiſſement entier.

## V I.

Comme il n'y avoit, pour la comparaiſon du cuivre & de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troiſième, dans laquelle le cuivre s'eſt refroidi, à le tenir dans la main en 18 minutes, & en entier en 49 minutes; & l'étain s'eſt refroidi au premier point en 8 $\frac{1}{2}$ minutes, & au dernier en 30 minutes; d'où l'on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidiſſement

du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 43 $\frac{1}{2}$ : 22 $\frac{1}{2}$, & : : 123 : 71 pour leur entier refroidiſſement.

2.° On peut de même conclure des expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du marbre commun, eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de pouvoir les tenir : : 36 $\frac{1}{2}$ : 32, & : : 110 : 102 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 36 $\frac{1}{2}$ : 28, & : : 110 : 94 $\frac{1}{2}$ pour le refroidiſſement entier.

## VII.

Comme il n'y avoit pour la comparaiſon du marbre commun & de l'étain que deux expériences, j'en ai fait une troiſième dans laquelle l'étain s'eſt refroidi, à le tenir dans la main en 9 minutes, & le marbre en 11 minutes; & l'étain s'eſt refroidi en entier en 22 $\frac{1}{2}$ minutes, & le marbre en 33 minutes. Ainſi les temps du refroidiſſement du marbre, ſont à ceux

du refroidissement de l'étain, comme 33 est à $24\frac{1}{2}$ pour le premier refroidissement, & : : 93 : 64 pour le second refroidissement.

## VIII.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du grès & du plomb avec l'étain, j'en ai fait une troisième en faisant chauffer ensemble ces trois boulets de grès, de plomb & d'étain qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 23. |
| Plomb, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 27. |
| Grès, en..... | $10\frac{1}{2}$. | En..... | 28. |

Ainsi on peut en conclure :

1.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : $25\frac{1}{2}$ : $21\frac{1}{2}$, & : : $79\frac{1}{2}$ : 64 pour le refroidissement entier.

2.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain,

au point de pouvoir les tenir : : 30 : 21 $\frac{1}{2}$, & : : 84 : 64 pour leur entier refroidiſſement :

3.° De même on peut conclure par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 42 $\frac{1}{2}$ : 35 $\frac{1}{2}$, & : : 130 : 121 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidiſſement.

## I X.

Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braiſe & les cendres en euſſent été retirées, j'ai fait placer ſur un ſupport de fer-blanc traverſé de fil-de-fer, cinq boulets éloignés les uns des autres d'environ 9 lignes, après quoi on a fermé le four: & les ayant retirés au bout de 15 minutes, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain fondu par ſa partie d'en bas, en. | 8. | En..... | 24. |
| Argent, en..... | 14. | En..... | 40. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Or, en..... | 15. | En..... | 46. |
| Cuivre, en..... | 16½. | En..... | 50. |
| Fer, en..... | 18. | En..... | 56. |

## X.

DANS le même four, mais à un moindre degré de chaleur, les mêmes boulets avec un autre boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | 7. | En..... | 20. |
| Argent, en..... | 11. | En..... | 31. |
| Or, en..... | 12½. | En..... | 40. |
| Cuivre, en..... | 14. | En..... | 43. |
| Fer, en..... | 16½. | En..... | 47. |

## XI.

DANS le même four & à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | 6. | En..... | 17. |
| Argent, en..... | 9. | En..... | 26. |
| Or, en..... | 9½. | En..... | 28. |
| Cuivre, en..... | 10. | En..... | 31. |
| Fer, en..... | 11. | En..... | 35. |

On doit conclure de ces expériences: 1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de les tenir : : 11 + 16 ½ + 18 : 10 + 14 + 16 ½, ou : : 45 ½ : 40 ½ par les trois expériences préſentes; & comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes, *(article IV)* : : 53 ½ : 45, on aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 ½ pour le rapport encore plus précis du premier refroidiſſement du fer & du cuivre; & pour le ſecond, c'eſt-à-dire, pour le refroidiſſement entier, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, ou : : 138 : 24, & : : 142 : 125. Par les expériences précédentes *(art. IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport

encore plus précis du refroidissement entier du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$ : 37, & au point de la température :: 138 : 114.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$ : 34, & au point de la température :: 138 : 97.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$ : 21 par les présentes expériences, & :: 24 : 11 par les expériences précédentes (*art. V*); ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 69 $\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport encore plus précis de leur refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 138 : 61, & par les expériences précédentes (*art. V*) :: 136 : 73; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 134 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 37$, & : : $124 : 114$ pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 34$, & : : $124 : 97$ pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : $40\frac{1}{2} : 21$ par les préſentes expériences, & : : $43\frac{1}{2} : 22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à $43\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 124 : 61, & : : 123 : 71 par les expériences précédentes *(art. VI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de

l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 37 : 34, & :: 114 : 97 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 37 : 21, & :: 114 : 61 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 34 : 21, & :: 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

## XII.

AYANT mis dans le même four cinq boulets, placés de même & séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 6½. | En..... | 25. |
| Bismuth, en..... | 7. | En..... | 26. |
| Plomb, en..... | 8. | En..... | 27. |
| Zinc, en..... | 10½. | En..... | 30. |
| Émeril, en..... | 11½. | En..... | 38. |

## XIII.

AYANT répété cette expérience avec un degré de chaleur plus fort, & auquel l'étain & le bismuth se sont fondus, les autres boulets se sont refroidis dans la progression suivante.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 7½. | En..... | 28. |
| Plomb, en..... | 9½. | En..... | 39. |
| Zinc, en..... | 14. | En..... | 44. |
| Émeril, en..... | 16. | En..... | 50. |

## XIV.

ON a placé dans le même four & de la même manière un autre boulet de bismuth, avec six autres boulets qui se sont refroidis dans la progression suivante.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 6. | En..... | 23. |
| Bismuth, en..... | 6. | En..... | 25. |
| Plomb, en..... | 7½. | En..... | 28. |
| Argent, en..... | 9½. | En..... | 30. |
| Zinc, en..... | 10½. | En..... | 32. |
| Or, en..... | 11. | En..... | 32. |
| Émeril, en..... | 13½. | En..... | 38. |

## XV.

AYANT répété cette expérience avec les sept mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 6½. | En..... | 23. |
| Bismuth, en..... | 7½. | En..... | 31. |
| Plomb, en..... | 7½. | En..... | 29. |
| Argent, en..... | 11½. | En..... | 32. |
| Zinc, en..... | 13½. | En..... | 38. |
| Or, en..... | 14. | En..... | 41. |
| Émeril, en..... | 15. | En..... | 44. |

Toutes ces expériences ont été faites avec soin & en présence de deux ou trois personnes qui ont jugé comme moi par le tact, & en serrant dans la main pendant une demi-seconde les différens boulets ; ainsi l'on doit en conclure :

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 28 ½ : 25, & : : 83 : 73 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de pouvoir les toucher : : 56 : 48 $\frac{1}{2}$, & : : 171 : 144 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 28 $\frac{1}{2}$ : 21, & : : 83 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir : : 56 : 32 $\frac{1}{2}$, & : : 171 : 123 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 40 : 20 $\frac{1}{2}$, & : : 121 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 56 : 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 171 : 99.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du zinc,

zinc, au point de les tenir : : 25 : 24, & : : 73 : 70 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 21 par les présentes expériences, & : : : 37 : 34 par les expériences précédentes (*article XI*); ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 73 : 62, & : : : 114 : 97 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 187 : 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 15, & : : 73 : 57 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir

: : 25 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 73 : 56 pour leur entier refroidissement.

11.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 25 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 73 : 46 pour leur entier refroidissement.

12.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 24 : 21, & : : 70 : 62 pour leur entier refroidissement.

13.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 48 $\frac{1}{2}$ : 32 $\frac{1}{2}$, & : : 144 : 123 pour leur entier refroidissement.

14.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 34 $\frac{1}{2}$ : 20 $\frac{1}{2}$, & : : 100 : 80 pour leur entier refroidissement.

15.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 48 : 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 144 : 99.

16.° Que le temps du refroidissement

de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 21 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 62 : 56 pour leur entier refroidissement.

17.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 62 : 46 pour leur entier refroidissement.

18.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 23 : 20 $\frac{1}{2}$, & : : 84 : 80 pour leur entier refroidissement.

19.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher : : 32 $\frac{1}{2}$ : 26 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 123 : 99.

20.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 20 $\frac{1}{2}$ : 19, & : : 80 : 71 pour leur entier refroidissement.

Je dois observer qu'en général dans toutes ces expériences, les premiers rapports sont bien plus justes que les

derniers, parce qu'il eſt difficile de juger du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, & que cette température étant variable, les réſultats doivent varier auſſi; au lieu que le point du premier refroidiſſement peut être ſaiſi aſſez juſte par la ſenſation que produit ſur la même main la chaleur du boulet, lorſqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-ſeconde.

## XVI.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaiſon de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine; que le biſmuth s'étoit fondu en entier, & que le plomb & l'antimoine étoient fort endommagés, je me ſuis ſervi d'autres boulets de biſmuth, d'antimoine & de plomb, & j'ai fait une troiſième expérience, en mettant enſemble dans le même four bien chauffé ces deux boulets; ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 7. | En..... | 27. |
| Biſmuth, en..... | 8. | En..... | 29. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde,* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Plomb, en..... | 9. | En..... | 33. |
| Zinc, en..... | 12. | En..... | 37. |
| Or, en..... | 13. | En..... | 42. |
| Émeril, en..... | 15 $\frac{1}{2}$. | En..... | 48. |

D'où l'on doit conclure, ainsi que des *expériences XIV & XV.* 1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 44 : 38, & au point de la température : : 131 : 115.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$ : 12; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* étant : : 56 : 48 $\frac{1}{2}$, on aura, en ajoutant ces temps, 71 $\frac{1}{2}$ à 60 $\frac{1}{2}$ pour leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente, étant : : 48 : 37, & par les expériences précédentes *( article XV )* comme 171 à 144; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier

refroidiſſement de l'émeril & du zinc.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : $15\frac{1}{2}$ : 9, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : 56 : $32\frac{1}{2}$ ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $71\frac{1}{2}$ à $41\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience précédente, étant : : 48 : 33 ; & par les expériences précédentes *(article XV)* : : 171 : 123 ; on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : $15\frac{1}{2}$ : 8 ; & par les expériences précédentes *(article XV)* : : 40 : $20\frac{1}{2}$ ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $55\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$, pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 48 : 29, &

:: 121 : 80 par les expériences précédentes (*art. XV*)'; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$ : 7, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*article XV*) étant : : 56 : 26 $\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, 71 $\frac{1}{2}$ à 33 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 48 : 27, & : : 171 : 99 par les expériences précédentes (*art. XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir : : 38 : 36, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement

de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de les toucher : : 38 : 24, & à la température : : 115 : 90.

8.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de prouvoir les tenir : : 38 : 21 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 115 : 85.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher : : 38 : 19 $\frac{1}{2}$, & à la température : : 115 : 69.

10.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : 48 $\frac{1}{2}$ : 32 $\frac{1}{2}$, on aura, en ajoutant ces temps, 60 $\frac{1}{2}$ à 41 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 37 : 33, & par les expériences précédentes *( article XV )* : : 144 : 123; on aura, en ajoutant ces temps, 181

à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

11.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les toucher : : 12 : 8 par la présente expérience; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* étant : : $34\frac{1}{2} : 20\frac{1}{2}$; en ajoutant ces temps, on aura $46\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 37 : 29, & par les expériences précédentes *(art. XV)* : : 100 : 80; on aura, en ajoutant ces temps, 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

12.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, pour pouvoir les tenir : : 12 : 7 par la présente expérience; mais comme le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* est : : $48\frac{1}{2}$ : $26\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, $60\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus

précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 37 : 27, & : : 144 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

13.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 9 : 8 par l'expérience préſente, & : : 23 : $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XV)* ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 32 à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant : : 33 : 29, & : : 84 : 80 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & du biſmuth.

14.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 9 : 7 par la préſente expérience, &

:: $32\frac{1}{2} : 26\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $41\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 33 : 27, & :: 123 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 156 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 8 : 7 par l'expérience présente, & :: $20\frac{1}{2} : 19$ par les expériences précédentes *(article XV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $28\frac{1}{2}$ à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 29 : 27, & :: 80 : 71 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 109 à 98 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

## XVII.

COMME il n'y avoit de même que deux expériences pour la comparaiſon de l'argent avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine, j'en ai fait une troiſième, en mettant dans le même four, qui s'étoit un peu refroidi, les ſix boulets enſemble, & après les en avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 6. | En..... | 29. |
| Biſmuth, en..... | 7. | En..... | 31. |
| Plomb, en..... | $8\frac{1}{4}$. | En..... | 34. |
| Argent, en..... | $11\frac{1}{2}$. | En..... | 36. |
| Zinc, en..... | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 39. |
| Émeril, en..... | $15\frac{1}{2}$. | En..... | 47. |

On doit conclure de cette expérience & de celles des *articles XIV* & *XV*.

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir, par l'expérience préſente : : $15\frac{1}{2} : 12\frac{1}{2}$, & : : $71\frac{1}{2} : 60\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

*(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 47 : 39, & par les expériences précédentes *(article XVI)* :: 239 : 181; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du zinc.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent :: 44 : $32\frac{1}{2}$ au point de les tenir, & :: 130 : 98 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: $15\frac{1}{2}$ : $8\frac{1}{4}$ par l'expérience préſente, & :: $71\frac{1}{2}$ : $41\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à $49\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 47 : 34, & :: 239 : 156 par les

expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$ : 7 par l'expérience préſente, & : : 55 $\frac{1}{2}$ : 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 47 : 31, & : : 169 à 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$ : 6 par l'expérience préſente, & : : 71 $\frac{1}{2}$ : 33 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainſi on

ajoutant ces temps, on aura 87 à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 47 : 29, & par les expériences précédentes *(article XVI)* : : 219 : 126 ; on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir : : $36\frac{1}{2}$ : $32\frac{1}{2}$ ; & : : 109 : 98 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$ : $8\frac{1}{4}$ par l'expérience présente, & : : $60\frac{1}{2}$ : $41\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *( art. XVI )* ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à $43\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 39 : 33, & par les expériences précédentes *( art. XVI )* : : 181 : 156,

on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

8.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$ : 7 par la présente expérience; & : : $46\frac{1}{2}$ : $28\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à $35\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 39 : 31, & : : 137 : 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

9.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : $12\frac{1}{2}$ : 6 par la présente expérience; & : : $60\frac{1}{2}$ $33\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant :: 39 : 29, & :: 181 : 126 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $32\frac{1}{2} : 23\frac{1}{4}$, & :: 98 : 90 pour leur entier refroidissement.

11.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : $32\frac{1}{2}$ : $20\frac{1}{2}$, & : : 98 : 87 pour leur entier refroidissement.

12.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : $32\frac{1}{2} : 18\frac{1}{2}$, & : : 98 : 75 pour leur entier refroidissement.

13.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : $8\frac{1}{4}$

: 7 par la présente expérience, & : : $3^2$ : 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps 40 $\frac{1}{4}$ à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 34 : 31, & : : 117 : 109 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 141 à $140^0$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & du bismuth.

14.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 8 $\frac{1}{4}$ : 6 par l'expérience présente, & par les expériences précédentes *(art. XVI)* : : 41 $\frac{1}{2}$ : 33 $\frac{1}{2}$; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 49 $\frac{3}{4}$ à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 34 : 29, & : : 156 : 126 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155, pour le rapport encore plus précis de

l'entier refroidissement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 7 : 6 par la présente expérience, & : : $28\frac{1}{2}$ : 26 par les expériences précédentes *( art. XVI )*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $35\frac{1}{2}$ : 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 31 : 29, & : : 109 : 98 par les expériences précédentes *( article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

## XVIII.

ON a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre & un de fer pour en faire une première comparaison, & ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* minutes. | | *Refroidis à la température.* minutes. | |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | 8. | En..... | 27. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Verre, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 22. |
| Cuivre, en..... | 14. | En..... | 42. |
| Fer, en..... | 16. | En..... | 50. |

## XIX.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Étain, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 21. |
| Verre, en..... | 8. | En..... | 23. |
| Cuivre, en..... | 12. | En..... | 36. |
| Fer, en..... | 15. | En..... | 47. |

## XX.

PAR une troisième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, se sont refroidis dans l'ordre suivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Étain, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 22. |
| Verre, en..... | 9. | En..... | 24. |
| Cuivre, en..... | 15. | En..... | 43. |
| Fer, en..... | 17. | En..... | 46. |

## XXI.

PAR une quatrième expérience répétée, les mêmes boulets chauffés à un feu plus ardent, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 25. |
| Verre, en..... | 9. | En..... | 25. |
| Cuivre, en..... | $11\frac{1}{2}$. | En..... | 35. |
| Fer, en..... | 14. | En..... | 43. |

Il résulte de ces expériences répétées quatre fois :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir : : 62 : $52\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 99 : $85\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 186 : 156, & par les expériences précédentes (*article XI*) : : 280 : 249 ; on aura,

en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : 62 : 34 $\frac{1}{2}$, & : : 186 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 62 : 32 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences; & : : 69 $\frac{1}{2}$ : 32 par les expériences précédentes *(art. XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 131 $\frac{1}{2}$ à 64 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant : : 186 : 92, & : : 274 : 134 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du verre au point de les tenir : : 51 $\frac{1}{2}$

: 34 $\frac{1}{2}$, & : : 157 : 97 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 52 $\frac{1}{2}$ : 32 $\frac{1}{2}$ par les expériences présentes; & : : 84 : 43 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *( art. XI )*; ainsi on aura en ajoutant ces temps, 136 $\frac{1}{2}$ à 76 pour le rapport précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant : : 157 : 92, & par les expériences précédentes *( art. XI )* : : 247 : 132; on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 24 $\frac{1}{2}$ : 32 $\frac{1}{2}$, & : : 97 : 92 pour leur entier refroidissement.

## XXII.

On a fait chauffer ensemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gyps & de grès, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 5. | En..... | 14. |
| Porcelaine, en.... | 8½. | En..... | 25. |
| Verre, en..... | 9. | En..... | 26. |
| Grès, en..... | 10. | En..... | 32. |
| Or, en..... | 14½. | En..... | 45. |

## XXIII.

LA même expérience répétée ſur les mêmes boulets, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 4. | En..... | 13. |
| Porcelaine, en.... | 7. | En..... | 22. |
| Verre, en..... | 9½. | En..... | 24. |
| Grès, en..... | 9½. | En..... | 33. |
| Or, en..... | 13½. | En..... | 41. |

## XXIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 2½. | En..... | 12. |
| Porcelaine, en.... | 5½. | En..... | 19. |

*Refroidi*

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Verre, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 20. |
| Grès, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 25. |
| Or, en..... | 10. | En..... | 32. |

Il réſulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir : : 38 : 28, & : : 118 : 90 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : 38 : 27, & : : 118 : 70 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de les tenir : : 38 : 21, & : : 118 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 38 : $12\frac{1}{2}$, & : : 118 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : $28\frac{1}{2}$ : 27, & : : 90 : 70 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir : : $28\frac{1}{2}$ : 21, & : : 90 : 66 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : $28\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$, & : : 90 : 39 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 27 : 21, & : : 70 : 66 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 27 : $12\frac{1}{2}$, & : : 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement

de la porcelaine est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 66 : 39 pour leur entier refroidissement.

## XXV.

On a fait chauffer de même les boulets d'argent, de marbre commun; de pierre dure, de marbre blanc & de pierre calcaire tendre d'Anières près de Dijon.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | *Refroidis à la température.* |
|---|---|
| minutes. | minutes. |
| Pierre calcaire tendre.... en..... 8. | En..... 25. |
| Pierre dure, en.... 10. | En..... 34. |
| Marbre commun, en. 11. | En..... 35. |
| Marbre blanc, en... 12. | En..... 36. |
| Argent, en..... 13 $\frac{1}{2}$. | En..... 40. |

## XXVI.

La même expérience repétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | *Refroidis à la température.* |
|---|---|
| minutes. | minutes. |
| Pierre calcaire tendre, en..... 9. | En..... 27. |
| Pierre calcaire dure, en..... 11. | En..... 37. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Marbre commun, en | 13. | En..... | 40. |
| Marbre blanc, en.. | 14. | En..... | 40. |
| Argent, en..... | 16. | En..... | 43. |

## XXVII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Pierre calcaire tendre, en..... | 9. | En..... | 26. |
| Pierre calcaire dure, en ..... | $10\frac{1}{2}$. | En..... | 36. |
| Marbre commun, en | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 38. |
| Marbre blanc, en... | $13\frac{1}{2}$. | En..... | 39. |
| Argent, en..... | 16. | En..... | 42. |

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$ : $39\frac{1}{2}$, & :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du

marbre commun, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2} : 36$, & : : 125 : 113 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2} : 31\frac{1}{2}$, & : : 125 : 107 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : $45\frac{1}{2}$ : 26, & : : 125 : 78 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2} : 36$, & : : 115 : 113 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2} : 31\frac{1}{2}$, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point

de les tenir :: $39\frac{1}{2} : 26$, & :: $115 : 78$ pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: $36 : 31\frac{1}{2}$, & :: $113 : 109$ pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $36 : 26$, & :: $113 : 78$ pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $31\frac{1}{2} : 26$, & :: $107 : 78$ pour leur entier refroidissement.

## XXVIII.

On a mis dans le même four bien chauffé, des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commun, de pierre dure & de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Pierre calcaire tendre, en..... | 9. | En..... | 29. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Marbre commun, en | 11½. | En..... | 35. |
| Pierre dure, en... | 11½. | En..... | 35. |
| Marbre blanc, en.. | 13. | En..... | 35. |
| Or, en..... | 15½. | En..... | 45. |

## XXIX.

La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Pierre calcaire tendre, en..... | 6. | En..... | 19. |
| Pierre dure, en... | 8. | En..... | 25. |
| Marbre commun, en | 9½. | En..... | 26. |
| Marbre blanc, en.. | 10. | En..... | 29. |
| Or, en..... | 12. | En..... | 37. |

## XXX.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets chauffés à un feu plus ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | | *Refroidis à la température* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Pierre tendre, en.. | 7. | En..... | 20. |
| Pierre dure, en... | 8. | En..... | 24. |
| Marbre commun, en | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 20. |
| Marbre blanc, en.. | 9. | En..... | 28. |
| Or, en..... | 12. | En..... | 35. |

Il réſulte de ces trois expériences:

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$ : 32, & :: 117 : 92 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$ : $29\frac{1}{2}$, & :: 117 : 87 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$ : $27\frac{1}{2}$, & :: 117 : 86 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: 39 $\frac{1}{2}$ : 22, & :: 117 : 68 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir :: 32 : 29, & :: 92 : 87 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 32 : 27 $\frac{1}{2}$, & :: 92 : 84 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 32 : 22, & :: 92 : 68 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 29 : 27 $\frac{1}{2}$, & :: 87 : 84 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 29 : 22, & :: 87 : 68 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $27\frac{1}{2}$ : 22, & :: 84 : 68 pour leur entier refroidissement.

## XXXI.

On a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Gyps, en..... | 3. | En..... | 14. |
| Porcelaine, en.... | $6\frac{1}{2}$. | En..... | 17. |
| Verre, en..... | $8\frac{3}{4}$. | En..... | 20. |
| Grès, en..... | 9. | En..... | 27. |
| Argent, en..... | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 35. |

## XXXII.

La même expérience répétée, & les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Gyps, en..... | 3. | En..... | 13. |
| Porcelaine, en.... | 7. | En..... | 19. |
| Verre, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 22. |
| Grès, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 26. |
| Argent, en..... | 12. | En..... | 34. |

## XXXIII.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Gyps, en..... | 3. | En..... | 12. |
| Porcelaine, en..... | 6. | En..... | 17. |
| Verre, en..... | $7\frac{3}{4}$. | En..... | 20. |
| Grès, en..... | 8. | En..... | 27. |
| Argent, en..... | $11\frac{1}{2}$. | En..... | 34. |

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 36 : $26\frac{1}{2}$, & : : 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 36 : 25, & : : 103 : 62 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 36 : 20, & : : 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 36 : 9, & : : 103 : 39 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : $26\frac{1}{3}$ : 25 par les expériences présentes, & : : $28\frac{1}{2}$ : 27 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 52 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 80 : 62, & : : 90 : 70 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*;

on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

6.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir :: $26\frac{1}{2}$ : $19\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $28\frac{1}{2}$ : 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à $40\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 54, & :: 90 : 66 par les précédentes expériences *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 270 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & de la porcelaine.

7.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: $26\frac{1}{2}$ : 9 par les expériences présentes, & :: $28\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 88 : 39, & : : 90 : 39 par les expériences précédentes *(article XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 25 : 19 par les présentes expériences, & : : 27 : 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant : : 62 : 51, & : : 70 : 66 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la porcelaine.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 25

: 9 par les préſentes expériences, & : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXIV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 72 : 39, & : : 70 : 39 par les expériences précédentes (*article XXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la porcelaine eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 19 $\frac{1}{2}$ : 9 par les préſentes expériences, & : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXIV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 40 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 54 : 39, & par les expériences précédentes (*art. XXIV*) : : 66 : 39; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 78 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidissement de la porcelaine & du gyps.

## XXXIV.

ON a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre & de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | 6. | En..... | 15. |
| Ocre, en..... | 6½. | En..... | 16. |
| Glaise, en..... | 7. | En..... | 18. |
| Or, en..... | 12. | En..... | 36. |

## XXXV.

LA même expérience répétée avec les mêmes boulets & un boulet de plomb, leur refroidissement s'est fait dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | 4. | En..... | 11. |
| Ocre, en..... | 5. | En..... | 13. |
| Glaise, en..... | 5½. | En..... | 15. |
| Plomb, en..... | 7. | En..... | 18. |
| Or, en..... | 9½. | En..... | 29. |

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $9\frac{1}{2}$ : 7 par l'expérience préſente, & :: 38 : 24 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $47\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 29 : 18, & :: 115 : 90 par les expériences précédentes *(article XVI)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 144 à 108 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & du plomb.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$, & :: 65 : 33 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2}$ : $11\frac{1}{2}$, & :: 65 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $21\frac{1}{2} : 10$, & :: $67 : 26$ pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: $7 : 5\frac{1}{2}$, & :: $18 : 15$ pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: $7 : 5$, & :: $18 : 13$ pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $7 : 4$, & :: $18 : 11$ pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: $12\frac{1}{2} : 11\frac{1}{2}$, & :: $33 : 29$ pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement

de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$ : 10, & :: 33 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 11 $\frac{1}{2}$ : 10, & :: 29 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

## XXXVI.

ON a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gyps, de pierre ponce & de bois, mais à un degré de chaleur moindre, pour ne point faire brûler le bois, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Pierre ponce, en.. | 2. | En..... | 5. |
| Bois, en..... | 2. | En..... | 6. |
| Gyps, en..... | 2 $\frac{1}{2}$. | En..... | 11. |
| Argent, en..... | 10. | En..... | 35. |
| Fer, en..... | 13. | En..... | 40. |

## XXXVII.

LA même expérience répétée à une

moindre chaleur, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Pierre ponce, en.. | $1\frac{1}{2}$. | En..... | 4. |
| Bois, en..... | 2. | En..... | 5. |
| Gyps, en..... | $2\frac{1}{2}$. | En..... | 9. |
| Argent, en..... | 7. | En..... | 24. |
| Fer, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 31. |

Il réſulte de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$ : 17 par les préſentes expériences, & :: $45\frac{1}{2}$ : 34 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 67 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 71 : 59, & :: 138 : 97 par les expériences précédentes *(art. XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 209 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'argent,

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$ : 5, & : : 71 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$ : 4, & : : 71 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir : : $21\frac{1}{2}$ : $3\frac{1}{2}$, & : : 71 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 17 : 5, & : : 59 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 4, & : : 59 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 17 : $3\frac{1}{2}$, & :: 59 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 5 : 4, & :: 20 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 5 : $3\frac{1}{2}$, & :: 20 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du bois eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir :: 4 : $3\frac{1}{2}$, & :: 11 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

## XXXVIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de pierre tendre & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Gyps, en..... | 4½. | En..... | 14. |
| Pierre tendre, en.. | 12. | En..... | 27. |
| Argent, en..... | 16. | En..... | 42. |
| Or, en..... | 18. | En..... | 47. |

Il résulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 18 : 16 par l'expérience présente, & :: 62 : 55 par les expériences précédentes *(article XV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 35 : 42, &:: 187 : 159 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'argent.

2.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: 18 : 12, & :: 39 $\frac{1}{2}$ : 23 par les expériences précédentes *(article XXX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 $\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 47 : 27, & par les expériences précédentes *(art. XXX)* :: 117 : 68; on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de la pierre tendre.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 18 : 4 $\frac{1}{2}$, & :: 38 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 47 : 14, & :: 118 : 39 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 16 : 12 par la préſente expérience, & :: 45 $\frac{1}{2}$ : 26 par les expériences précédentes *(art. XXVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 61 $\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 42 : 27, & :: 125 : 78 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre tendre.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 16 : 4 $\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 17 : 5 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 33 à 9 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 42 : 14, & :: 59 : 20 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*;

on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du gyps.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 12 : $4\frac{1}{2}$, & :: 72 : 14 pour leur entier refroidissement.

## XXXIX.

AYANT fait chauffer pendant vingt minutes, c'est-à-dire, pendant un temps à peu-près double de celui qu'on tenoit ordinairement les boulets au feu, qui étoit communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre, de plomb & d'étain, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Étain, en..... | 10. | En..... | 25. |
| Plomb, en..... | 11. | En..... | 30. |
| Verre, en..... | 12. | En..... | 35. |
| Cuivre, en..... | $16\frac{1}{2}$. | En..... | 44. |
| Fer, en..... | $20\frac{1}{2}$. | En..... | 50. |

Il réſulte de cette expérience qui a été faite avec la plus grande précaution :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2} : 16\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 161 : 138 par les expériences précédentes *(article XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $181\frac{1}{2}$ à $154\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 50 : 44, & :: 466 : 405 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2} : 12$ par l'expérience précédente, & :: 62 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $82\frac{1}{2}$ à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le

rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 50 : 35, & :: 186 : 97 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du verre.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$ : 11 par la préſente expérience, & :: $53\frac{1}{2}$ : $27\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 50 : 30, & :: 142 : $94\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 192 à $124\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: $20\frac{1}{2}$ : 10, & :: 131 : $64\frac{1}{2}$ par les

expériences précédentes *(article XXI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 152 à $74\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 50 : 25, & :: 460 : 226 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : 12 par la présente expérience, & :: $52\frac{1}{2}$ : $34\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 35, & :: 157 : 97 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du verre.

6.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : 11 par la présente expérience, & :: 45 : 27 par les expériences précédentes *(article V)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $61\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 30, & :: 125 : $94\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article V)*; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à $124\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du plomb.

7.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : 10 par l'expérience présente, & :: $136\frac{1}{2}$ : 76 par les expériences précédentes *(art. XXI)*: ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 25, & :: 304 : 224 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 11, & :: 35 : 30 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 12 : 10 par la présente expérience, & :: $34\frac{1}{2}$ : $32\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à $42\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience, étant :: 35 : 25, & :: 97 : 92 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'étain.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 11 : 10 par la présente expérience, & :: $25\frac{1}{2}$

: $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article VIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $36\frac{1}{2}$ à $31\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 30 : 25, & :: $79\frac{1}{2}$ : 64 par les expériences précédentes *(article VIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, $109\frac{1}{2}$ à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'étain.

## XL.

AYANT mis chauffer ensemble les boulets de cuivre, de zinc, de bismuth, d'étain & d'antimoine, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 8. | En..... | 24. |
| Bismuth, en..... | 8. | En..... | 23. |
| Étain, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 25. |
| Zinc, en..... | 12. | En..... | 30. |
| Cuivre, en..... | 14. | En..... | 40. |

## XLI.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde,* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 8. | En..... | 23. |
| Bismuth, en..... | 8. | En..... | 24. |
| Étain, en..... | 9½. | En..... | 25. |
| Zinc, en..... | 12. | En..... | 38. |
| Cuivre, en..... | 14. | En..... | 40. |

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir :: 28 : 24, & :: 80 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: 28 : 18 par les préſentes expériences, & :: 153 : 86 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 80 : 47, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* :: 348 : 249; on aura, en ajoutant

ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

3.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 24 : 18, & :: 68 : 47 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 24 : 16 par les présentes expériences, & :: 73 : $39\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 97 à $55\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport

donné par les expériences présentes, étant :: 68 : 47, & :: 220 : 155 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 292 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

7.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 24 : 16, & :: 59 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à $51\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 68 : 47, & :: 176 : 140 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

8.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 18 : 16, & :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 18 : 16, & :: 50 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 16 : 16 par la préſente expérience, & :: $35\frac{1}{2}$ : 32 par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $51\frac{1}{2}$ à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 47 : 47, & par les expériences précédentes *(art. XVII)* :: 140 : 127; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de l'antimoine.

## XLII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'émeril & de pierre dure, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Pierre calcaire dure, en..... | 11 $\frac{1}{4}$. | En..... | 32. |
| Argent, en..... | 13. | En..... | 37. |
| Or, en..... | 14. | En..... | 40. |
| Émeril, en..... | 15 $\frac{1}{2}$. | En..... | 46. |
| Fer, en..... | 17. | En..... | 51. |

Il résulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'émeril, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 51 : 46 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 14 par la présente expérience, & :: 45 $\frac{1}{2}$ : 37 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 62 $\frac{1}{2}$ à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 51 : 40, & :: 138 : 114 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'or.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir :: 17 : 13 par la présente expérience, & :: 67 : 51 par les expériences précédentes *(article XXXVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 51 : 37, & :: 209 : 156 par les expériences précédentes *(art. XXXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 17 : $11\frac{1}{4}$, & :: 51 : 52 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement

de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$ : 14 par la présente expérience, & :: 44 : 38 par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 $\frac{1}{2}$ à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 46 : 40, & :: 131 : 115 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 115 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'or.

6.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$ : 13 par la présente expérience, & :: 43 : 32 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 58 $\frac{1}{2}$ à 45 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis du premier refroidissement de l'émeril & de l'argent; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 46 : 37, & :: 125 : 98 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 171

à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$ : 12, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de les tenir :: 14 $\frac{1}{4}$ : 13 par la préſente expérience, & :: 80 : 71 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 40 : 37, & :: 234 : 201 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de l'argent.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 14 : 12 par la préſente expérience, & :: 39 $\frac{1}{2}$ : 27 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

*(art. XXX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $53\frac{1}{2}$ à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 40 : 32, & :: 117 : 86 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de la pierre dure.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir :: 13 : 12 par la présente expérience, & :: $45\frac{1}{2}$ : $31\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXVII)*; ainsi en ajoutant ces temps, on aura, $58\frac{1}{2}$ à $43\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 37 : 32, & :: 125 : 107 par les expériences précédentes *(article XXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 162 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & de la pierre dure.

## XLIII.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès, de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Pierre calcaire tendre, en..... | 6½. | En..... | 20. |
| Plomb, en..... | 8. | En..... | 29. |
| Grès, en..... | 8½. | En..... | 29. |
| Marbre blanc, en.. | 10½. | En..... | 29. |
| Fer, en..... | 15. | En..... | 43. |

## XLIV.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Pierre calcaire tendre, en..... | 7. | En..... | 21. |
| Plomb, en..... | 8. | En..... | 28. |
| Grès, en..... | 8½. | En..... | 28. |
| Marbre blanc, en.. | 10½. | En..... | 30. |
| Fer, en..... | 16. | En..... | 45. |

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir :: 31 : 21, & :: 88 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 31 : 17 par la préſente expérience, & :: $53\frac{1}{2}$ : 32 par les expériences précédentes *(art. IV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $84\frac{1}{2}$ à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 88 : 57, & :: 142 : $102\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 230 à $159\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du grès.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 16 par les expériences préſentes, & :: 74 : 38 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura,

en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 98 : 57, & :: 192 : 124 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 181 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 13, & :: 88 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 21 : 17, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de les tenir :: 21 : 16, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 21 : 13 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 32 : 23 par les expériences précédentes *(art. XXX)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 53 à 36 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 59 : 41, & :: 92 : 68 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 159 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & de la pierre calcaire tendre.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: 17 : 16 par les expériences préſentes, & :: 42 $\frac{1}{2}$ : 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 $\frac{1}{2}$ à 51 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 57, & :: 130 : 121 $\frac{1}{2}$ par les expériences

précédentes *(article VIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à $178\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 17 : $13\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 16 : $13\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

## XLV.

ON a fait chauffer ensemble les boulets de gyps, d'ocre, de craie, de glaise & de verre, & voici l'ordre dans lequel ils se sont refroidis.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température* | minutes |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | $3\frac{1}{2}$. | En..... | 15. |
| Ocre, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Craie, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Glaise, en..... | 7. | En..... | 18. |
| Verre, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 24. |

## XLVI.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | $3\frac{1}{2}$. | En..... | 14. |
| Ocre, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Craie, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Glaise, en..... | $6\frac{1}{2}$. | En..... | 18. |
| Verre, en..... | 8. | En..... | 22. |

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : $13\frac{1}{2}$, & :: 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$

: 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: $16\frac{1}{2}$ : 7 par la présente expérience, & :: 52 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $68\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 46 : 29, & :: 32 : 78 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 178 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du gyps.

5.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$ : 11 par la présente expérience, & :: $12\frac{1}{2}$ : 10 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné

donné par les présentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 26 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

6.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$ : 11 par les présentes expériences, & :: $12\frac{1}{2}$ : $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: $13\frac{1}{2}$

: 17, & :: 36 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 11 : 11 par les préſentes expériences, & :: 10 : 11 $\frac{1}{2}$ par les précédentes expériences *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 21 à 22 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 32 : 32, & :: 26 : 29 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 11 : 7, & :: 32 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 11 : 7,

& :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

## XLVII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès & de marbre blanc, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en... | 6. | En..... | 16. |
| Étain, en..... | 6½. | En..... | 20. |
| Grès, en..... | 8. | En..... | 26. |
| Marbre blanc, en.. | 9½. | En..... | 29. |
| Zinc, en..... | 11½. | En..... | 35. |

## XLVIII.

LA même expérience repétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Antimoine, en.... | 5. | En..... | 13. |
| Étain, en..... | 6. | En..... | 16. |
| Grès, en..... | 7. | En..... | 21. |
| Marbre blanc, en.. | 8. | En..... | 24. |
| Zinc, en..... | 9½. | En..... | 30. |

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir : : 21 : $17\frac{1}{2}$, & : : 65 : 53 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 21 : 15, & : : 65 : 47 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 21 : $12\frac{5}{6}$ par les présentes expériences, & : : 24 : 18 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 45 à $30\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 65 : 36, & par les expériences précédentes *(article XLI)* : : 68 : 47; on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: 21 : 11 par les préſentes expériences, & :: 73 : $39\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 94 à $50\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 65 : 29, & :: 220 : 155 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de pouvoir les tenir :: $17\frac{1}{2}$ : 15 par les préſentes expériences, & :: 21 : 17 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 53 : 47, &

:: 59 : 57 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$ : 11, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: 15 : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 30 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article VIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 47 : 36, & :: 84 : 64 par les expériences précédentes *(article VIII)*; on aura, en

ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & de l'étain.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 15 : 11, & :: 47 : 29 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: $12\frac{1}{2}$ : 11 par les présentes expériences, & :: 18 : 16 par les expériences précédentes *(article XL)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $30\frac{1}{2}$ à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 36 : 29, & :: 47 : 47 par les expériences précédentes *(art. XL)*; on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'étain & de l'antimoine.

## XLIX.

On a fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'émeril, de bismuth, de glaise

& d'ocre, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Ocre, en..... | 6. | En..... | 18. |
| Biſmuth, en..... | 7. | En..... | 22. |
| Glaiſe, en..... | 7. | En..... | 23. |
| Cuivre, en..... | 13. | En..... | 36. |
| Émeril, en..... | 15 $\frac{1}{2}$. | En..... | 43. |

## L.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Ocre, en..... | 5 $\frac{1}{2}$. | En..... | 13. |
| Biſmuth, en..... | 6. | En..... | 18. |
| Glaiſe, en..... | 6. | En..... | 19. |
| Cuivre, en..... | 10. | En..... | 30. |
| Émeril, en..... | 11 $\frac{1}{2}$ | En..... | 38. |

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du cuivre, au point de les tenir : : 27

: 23, & :: 81 : 66 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 27 : 13, & :: 81 : 42 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 27 : 13 par les préſentes expériences, & :: 71 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à $48\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 81 : 40, & par les expériences précédentes *(article XVII)* :: 216 : 140; on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 27

: 11 $\frac{1}{2}$, & :: 81 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 23 : 13, & :: 66 : 42 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir :: 23 : 13 par les préſentes expériences, & :: 28 : 16 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 39 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant :: 66 : 40, & :: 80 : 47 par les expériences précédentes *(article XLI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du biſmuth.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 33

: 11 $\frac{1}{2}$, & : : 66 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 13 : 13, & : : 42 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 13 : 11 $\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & : : 26 : 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 42 : 31, & : : 69 : 61 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

10.° Que le temps du refroidiſſement du bismuth eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, pour pouvoir les tenir : : 13

: $11\frac{1}{2}$, & :: 32 : 31 pour leur entier refroidiſſement.

## L I.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de fer, de zinc, de biſmuth, de glaiſe & de craie, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | $6\frac{1}{2}$. | En..... | 18. |
| Biſmuth, en..... | 7. | En..... | 19. |
| Glaiſe, en..... | 8. | En..... | 20. |
| Zinc, en..... | 15. | En..... | 25. |
| Fer, en..... | 19. | En..... | 45. |

## L I I.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | 7. | En..... | 20. |
| Biſmuth, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 21. |
| Glaiſe, en..... | 9. | En..... | 24. |
| Zinc, en..... | 16. | En..... | 34. |
| Fer, en..... | $21\frac{1}{2}$. | En..... | 53. |

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$ : 31, & : : 98 : 59 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$ : $14\frac{1}{2}$, & : : 98 : 40 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$ : 17, & : : 98 : 44 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$, & : : 98 : 38 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 31 : $14\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : $34\frac{1}{2}$ : $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

*(article XV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $65\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 59 : 40, & :: 100 : 80 par les expériences précédentes *(article XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

6.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 31 : 17, & :: 59 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 31 : $12\frac{1}{2}$, & :: 59 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$ : 17 par les préſentes expériences, & :: 13 : 13 par les expériences précédentes *(article L)*; ainſi on aura, en ajoutant

ces temps, $27\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 40 : 44, & :: 41 : 42 par les expériences précédentes *(art. L)*; on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de la glaiſe.

9.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$ : $13\frac{1}{2}$, & :: 40 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 17 : $13\frac{1}{2}$, par les expériences préſentes, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes *(art. XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 43 à $34\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 44 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour

le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

## LIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'émeril, de verre, de pierre calcaire dure & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Bois, en..... | 2½. | En..... | 15. |
| Verre, en..... | 9½. | En..... | 28. |
| Grès, en..... | 11. | En..... | 34. |
| Pierre calcaire dure, en..... | 12. | En..... | 36. |
| Émeril, en..... | 15. | En..... | 47. |

## LIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Bois, en..... | 2. | En..... | 13. |
| Verre, en..... | 7½. | En..... | 21. |
| Grès, en..... | 8. | En..... | 24. |
| Pierre dure, en..... | 8½. | En..... | 26. |
| Émeril, en..... | 14. | En..... | 42. |

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 21 : $20\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $15\frac{1}{2}$ : 12 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; ainsi en ajoutant ces temps, on aura $44\frac{1}{2}$ à $32\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 89 : 62, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 135 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de la pierre dure.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 29 : 19, & :: 89 : 58 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 29 : 17, & :: 89 : 49 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 29 : $4\frac{1}{2}$, & :: 89 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$ : 19, & :: 62 : 58 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$ : 17, & :: 62 : 49 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: $20\frac{1}{2}$ : $4\frac{1}{2}$, & :: 62 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: 19 : 17 par les préſentes expériences, & :: 55 : 52 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainſi on aura, en

ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 58 : 49, & :: 170 : 132 par les expériences précédentes *(art. XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 15 : $4\frac{1}{2}$, & :: 58 : 28 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 17 : $4\frac{1}{2}$, & :: 49 : 28 pour leur entier refroidissement.

## L V.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'étain, d'émeril, de gyps & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 5. | En..... | 15. |
| Craie, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 21. |
| Étain, en..... | $11\frac{1}{2}$. | En..... | 30. |
| Or, en..... | 16. | En..... | 41. |
| Émeril, en..... | 20. | En..... | 49. |

## LVI.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 4. | En..... | 13. |
| Grès, en..... | $6\frac{1}{2}$. | En..... | 18. |
| Étain, en..... | 10. | En..... | 27. |
| Or, en..... | 15. | En..... | 40. |
| Émeril, en..... | 18. | En..... | 46. |

On peut conclure de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de les tenir :: 38 : 31 par les expériences préſentes, & :: $59\frac{1}{2}$ : 52 par les expériences précédentes (*art. XLII*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $97\frac{1}{2}$ à 83 pour le rapport

plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 95 : 81, & : : 166 : 155 par les expériences précédentes *(article XLII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 261 à 236 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'or.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 38 : 21 $\frac{1}{2}$, & : : 95 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 38 : 14, & : : 95 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 38 : 9, & : : 95 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 31 : 22 par les préſentes expériences, & : : 37

: 21 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 57, & : : 114 : 61 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 31 : 14 par les préſentes expériences, & : : 21 $\frac{1}{2}$ : 10 par les expériences précédentes *(art. XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 52 $\frac{1}{2}$ à 24 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 39, & : : 65 : 26 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la craie.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 9 par les préſentes expériences, & :: 56 : 17 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 81 : 28, & :: 165 : 53 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & du gyps.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: 22 : 14, & :: 57 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 22 : 9, & :: 57 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement

de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 14 : 9 par les préſentes expériences, & : : 11 : 7 par les expériences précédentes *(art. XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 25 à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 39 : 28, & : : 32 : 29 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & du gyps.

## LVII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaiſe, d'ocre & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* minutes. | | *Refroidis à la température* minutes. |
|---|---|---|
| Bois, en..... | $2\frac{1}{2}$. | En..... 9. |
| Ocre, en..... | $6\frac{1}{2}$. | En..... 19. |
| Glaiſe, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... 21. |
| Marbre commun, en | $10\frac{1}{2}$. | En..... 29. |
| Marbre blanc, en.. | 12. | En..... 34. |

## LVIII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Bois, en..... | 3. | En..... | 11. |
| Ocre, en..... | 7. | En..... | 20. |
| Glaise, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 23. |
| Marbre commun, en | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 32. |
| Marbre blanc, en.. | 13. | En..... | 36. |

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 22 par les présentes expériences, & :: $39\frac{1}{2}$ : 36 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $64\frac{1}{2}$ à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 70 : 61, & :: 115 : 113 par les expériences précédentes *(article XXVII)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 16, & :: 70 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 25 : 13 $\frac{1}{2}$, & :: 70 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 25 : 5 $\frac{1}{2}$, & :: 70 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: 22 : 16, & :: 61 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir

:: 22 : $13\frac{1}{2}$, & :: 61 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 22 : $5\frac{1}{2}$, & :: 61 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 16 : $13\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $12\frac{1}{2}$ : $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $28\frac{1}{2}$ à 20 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 44 : 39, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes *(art. XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir :: 16

: $5\frac{1}{2}$, & :: 44 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$ : $5\frac{1}{2}$, & :: 39 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

## LIX.

AYANT mis chauffer enſemble les boulets d'argent, de verre, de glaiſe, d'ocre & de craie, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Ocre, en..... | 6. | En..... | 18. |
| Glaiſe, en..... | 8. | En..... | 22. |
| Verre, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 29. |
| Argent, en..... | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 35. |

## LX.

LA même expérience répétée, les boulets chauffés plus long-temps, ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | 7. | En..... | 22. |
| Ocre, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 25. |
| Glaise, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 29. |
| Verre, en..... | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 38. |
| Argent, en..... | $16\frac{1}{2}$. | En..... | 41. |

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: 29 : 22 par les préſentes expériences, & :: 36 : 25 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 76 : 67, & :: 103 : 62 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & du verre.

2.° Que le temps du refroidiſſement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 29 : $17\frac{1}{2}$, & :: 76 : 51 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 29 : $14\frac{1}{2}$, & :: 76 : 43 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 29 : $12\frac{1}{2}$, & :: 76 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & :: $16\frac{1}{2}$ : $13\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 51, & :: 46 : 36 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant

ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la glaise.

6.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $14\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $16\frac{1}{2}$ : 11 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $25\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 67 : 43, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 22 : $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: $16\frac{1}{2}$ : 11 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $23\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur

premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 38, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la craie.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$ : $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 26 : $22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 51 : 43, & :: 69 : 63 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir

:: $17\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 51 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $14\frac{1}{2}$ : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $11\frac{1}{2}$ : 10 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 43 : 38, & :: 29 : 26 par les précédentes expériences *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus

précis de l'entier refroidiſſement de l'ocre & de la craie.

## LXI.

AYANT mis chauffer enſemble à un grand degré de chaleur, les boulets de zinc, de biſmuth, de marbre blanc, de grès & de gyps, le biſmuth s'eſt fondu tout-à-coup, & il n'eſt reſté que les quatre autres, qui ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | 11. | En..... | 28. |
| Grès, en..... | 16. | En..... | 42. |
| Marbre blanc, en.. | 19. | En..... | 50. |
| Zinc, en..... | 23. | En..... | 57. |

## LXII.

LA même expérience répétée avec les quatre boulets ci-deſſus & un boulet de plomb, à un feu moins ardent, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | $4\frac{1}{2}$. | En..... | 16. |
| Plomb, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 28. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Grès, en..... | 10. | En..... | 32. |
| Marbre blanc, en.. | $12\frac{1}{2}$. | En..... | 36. |
| Zinc, en..... | 15. | En..... | 43. |

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de pouvoir les tenir :: 38 : $31\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 21 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 59 à 49 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 100 : 86, & :: 65 : 53 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du marbre blanc.

2.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du

grès, au point de les tenir :: 38 : 26 par les préſentes expériences, & :: 21 : 115 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 41 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 100 : 74, & :: 65 : 47 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du grès.

3.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 15 : $9\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 73 : $43\frac{3}{4}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 89 à $53\frac{1}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 43 : 20, & :: 220 : 189 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 38 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 100 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 31 $\frac{1}{2}$ : 26 par les préſentes expériences, & :: 38 $\frac{1}{2}$ : 32 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 86 : 74, & :: 112 : 104 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir

:: $12\frac{1}{2} : 9\frac{1}{2}$, & :: 36 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : $15\frac{1}{2}$, & :: 86 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $9\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 59 : $51\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XLIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $69\frac{1}{2}$ à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 32 : 20, & :: 187 : 178 par les expériences précédentes *(art. XLIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 211 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 26 : $15\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences,

& :: 55 : 21 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 74 : 44, & :: 170 : 78 par les expériences précédentes *(art. XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 9 $\frac{1}{2}$ : 4 $\frac{1}{2}$, & :: 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

## LXIII.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Craie, en..... | 6$\frac{1}{2}$. | En..... | 20. |
| Antimoine, en.... | 7$\frac{1}{2}$. | En..... | 26. |

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Pierre tendre, en.. | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 26. |
| Marbre commun, en | $11\frac{1}{2}$. | En..... | 31. |
| Cuivre, en..... | 16. | En..... | 49. |

## LXIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | | *Refroidis à la température.* | |
|---|---|---|---|
| | minutes. | | minutes. |
| Craie, en..... | $5\frac{1}{2}$. | En..... | 18. |
| Antimoine, en.... | 6. | En..... | 24. |
| Pierre tendre, en.. | 8. | En..... | 23. |
| Marbre commun, en | 10. | En..... | 29. |
| Cuivre, en..... | $13\frac{1}{2}$. | En..... | 38. |

On peut conclure de ces deux expériences:

1.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2}$ : $21\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 45 : $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article V)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $74\frac{1}{2}$ à 57

pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 87 : 60, & :: 125 : 111 par les expériences précédentes *(art. V)*; on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 170 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2}$ : $15\frac{1}{2}$, & :: 87 : 49 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: $29\frac{1}{2}$ : $13\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 28 : 16 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $57\frac{1}{2}$ à $29\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 87 : 50, & :: 80 : 47 par les expériences précédentes *(article XLI)*; on aura, en ajoutant ces temps,

167 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'antimoine.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $29\frac{1}{2}$ : 12, & :: 87 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$ : 14 par les expériences préſentes, & :: $29\frac{1}{2}$ : 23 par les expériences précédentes *(article XXX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $50\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 60 : 49, & :: 87 : 68 par les expériences précédentes *(article XX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre commun & de la pierre tendre.

6.° Que le temps du refroidiſſement

du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : $21\frac{1}{2}$ : $13\frac{1}{2}$, & : : 60 : 50 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$ : 12, & : : 60 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 14 : $13\frac{1}{2}$, & : : 49 : 50 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 14 : 12, & : : 49 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $13\frac{1}{2}$ : 12, & : : 50 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

## LXV.

AYANT fait chauffer enſemble les

boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre & de glaiſe, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Ocre, en..... | 5. | En..... | 16. |
| Glaiſe, en..... | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 20. |
| Étain, en..... | $8\frac{1}{2}$. | En..... | 21. |
| Plomb, en..... | $9\frac{1}{2}$. | En..... | 23. |
| Verre, en..... | 10. | En..... | 27. |
| Pierre dure, en... | $10\frac{1}{2}$. | En..... | 29. |

Il réſulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$ : 10 par la préſente expérience, & :: $20\frac{1}{2}$ : 17 par les expériences précédentes *(article LIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 29 : 27, & :: 62 : 49 par les expériences précédentes *(article LIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76

pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la pierre dure & du verre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $9\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 12 : 11 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 22 à $20\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 27 : 23, & :: 35 : 30 par les expériences précédentes *(art. XXXIX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & du plomb.

3.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $8\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 46 : $42\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier

refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 27 : 21, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* :: 132 : 117 ; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: 10 : $7\frac{1}{2}$, & :: $38\frac{1}{2}$ : 31 par les expériences précédentes *(article LX)* ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $48\frac{1}{2}$ à $38\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 27 : 20, & :: 113 : 87 par les expériences précédentes *(art. LX)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la glaiſe.

5.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 5 par les préſentes expériences,

& :: $38\frac{1}{2}$ : $25\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LX)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $48\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 27 : 16, & par les expériences précédentes *(article LX)* :: 113 : 75; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: $10\frac{1}{2}$ : $9\frac{1}{2}$, & :: 29 : 23 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$ : $8\frac{1}{2}$, & :: 29 : 21 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$ : $7\frac{1}{2}$, & :: 29 : 20 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$ : 5, & :: 29 : 16 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: $9\frac{1}{2}$ : $8\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: $36\frac{1}{2}$ : $31\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérienee, étant :: 23 : 21, & :: 109 : 89 par les expériences précédentes *(art. XXXIX)*: on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'étain.

11.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir :: $9\frac{1}{2}$ : $7\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & :: 7 : $5\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura,

aura, en ajoutant ces temps, $16\frac{1}{2}$ à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 23 : 20, & :: 18 : 15 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de la glaiſe.

12.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: $9\frac{1}{2}$ : 5 par la préſente expérience, & :: 7 : 5 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $16\frac{1}{2}$ à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 23 : 16, & :: 18 : 13 par les expériences précédentes *(article XXXV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'ocre.

13.° Que le temps du refroidiſſement

de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : $8\frac{1}{2}$ : $7\frac{1}{2}$, & : : 21 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

14.° Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : $8\frac{1}{2}$ : 5, & : : 21 : 16 pour leur entier refroidiſſement.

15.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : $7\frac{1}{2}$ : 5 par la préſente expérience, & : : $43\frac{1}{2}$ : 37 par les expériences précédentes *(article LX)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 50 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 20 : 16, & : : 120 : 104 par les expérienees précédentes *(article LX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'oere.

## LXVI.

AYANT fait chauffer enſemble les

boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | $3\frac{1}{2}$. | En..... | 11. |
| Craie, en..... | 5. | En..... | 16. |
| Antimoine, en.... | 6. | En..... | 22. |
| Pierre tendre, en.. | $7\frac{1}{2}$. | En..... | 23. |
| Zinc, en..... | $14\frac{1}{2}$. | En..... | 29. |

## LXVII.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

| *Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.* | minutes. | *Refroidis à la température.* | minutes. |
|---|---|---|---|
| Gyps, en..... | $3\frac{1}{2}$. | En..... | 12. |
| Craie, en..... | $4\frac{1}{4}$. | En..... | 14. |
| Antimoine, en.... | 6. | En..... | 20. |
| Pierre tendre, en.. | 8. | En..... | 21. |
| Zinc, en..... | $13\frac{1}{2}$. | En..... | 28. |

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 57 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 12 par les préſentes expériences, & :: 94 : 52 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 42, & :: 285 : 184 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

3.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 9 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 31 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LII)*; ainſi on aura,

en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 57 : 30, & :: 59 : 38 par les expériences précédentes *(article LII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de la craie.

4.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 7 par les présentes expériences, & :: 38 : $15\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LXII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 66 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 57 : 23, & :: 100 : 44 par les expériences précédentes *(article LXII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du gyps.

5.° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement

de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 12 : $15\frac{1}{2}$, & :: 42 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 12 : $9\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $13\frac{1}{2}$ : 12 par les expériences précédentes *(art. LXIV)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $25\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 42 : 30, & :: 50 : 38 par les expériences précédentes *(article LXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'antimoine & de la craie.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 7, & :: 42 : 23 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir

les tenir :: $15\frac{1}{2}$ : $9\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 14 : 12 par les expériences précédentes *(article LXIV)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $29\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 44 : 30, & :: 49 : 38 par les expériences précédentes *(art. LXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & de la craie.

9.° Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: $15\frac{1}{2}$ : 7 par les présentes expériences, & :: 12 : $4\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $27\frac{1}{2}$ à $11\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 44 : 23, & :: 27 : 14 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le

rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la pierre tendre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: $9\frac{1}{2} : 7$ par les préſentes expériences, & :: 25 : 16 par les expériences précédentes *(art. LVI)*; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $34\frac{1}{2}$ à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 30 : 23, & :: 71 : 57 par les expériences précédentes *(article LVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & du gyps.

Je borne ici cette ſuite d'expériences aſſez longues à faire & fort ennuyeuſes à lire; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à pluſieurs repriſes dans l'eſpace de ſix ans: ſi je m'étois contenté d'en additionner les réſultats, j'aurois à la vérité fort abrégé ce Mémoire; mais on n'auroit pas été en état de les répéter, & c'eſt cette conſidération qui

m'a fait préférer de donner l'énumération & le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée que j'aurois pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner par forme de récapitulation, la Table générale de ces rapports tous comparés à 10000, afin que d'un coup d'œil on puisse en saisir les différences.

# TABLE

## *Des rapports du refroidissement des différentes substances minérales.*

### *FER.*

| | | Premier refroidissement. | | | Entier refroidissement. |
|---|---|---|---|---|---|
| FER & | Émeril | 10000 | à | 9117 | — 9020. |
| | Cuivre | 10000 | à | 8512 | — 8702. |
| | Or | 10000 | à | 8160 | — 8148. |
| | Zinc | 10000 | à | 7654 (6804) | — 6020. |
| | Argent | 10000 | à | 7619 | — 7423. |
| | Marbre blanc | 10000 | à | 6774 | — 6704. |
| | Marbre commun | 10000 | à | 6636 | — 6746. |

| | | Premier refroidissement. | Entier refroidissement. |
|---|---|---|---|
| Fer..... | Pierre calcaire dure..... | 10000 à 6617 | — 6274. |
| | Grès..... | 10000 à 5796 | — 6926. |
| | Verre..... | 10000 à 5576 | — 5805. |
| | Plomb..... | 10000 à 5143 | — 6482. |
| | Étain..... | 10000 à 4898 | — 4921. |
| | Pierre calcaire tendre.... | 10000 à 4194 | — 4659. |
| | Glaise..... | 10000 à 4198 | — 4490. |
| | Bismuth.... | 10000 à 3580 | — 4081. |
| | Craie..... | 10000 à 3086 | — 3878. |
| | Gyps..... | 10000 à 2325 | — 2817. |
| | Bois..... | 10000 à 1860 | — 1549. |
| | Pierre ponce. | 10000 à 1627 | — 1268. |

## *ÉMERIL.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cuivre &.. | Cuivre..... | 10000 à 8519 | — 8148. |
| | Or..... | 10000 à 8513 | — 8560. |
| | Zinc..... | 10000 à 8390 | — 7692. |
| | Argent..... | 10000 à $\frac{7458}{7778}$ | — 7895. |
| | Pierre calcaire dure..... | 10000 à 7304 | — 6963. |
| | Grès..... | 10000 à 6552 | — 6517. |
| | Verre..... | 10000 à 5862 | — 5506. |
| | Plomb..... | 10000 à 5718 | — 6643. |
| | Étain..... | 10000 à 5658 | — 6000. |

| | | Premier refroidissement. | Entier refroidissement. |
|---|---|---|---|
| Émeril &.. | Glaise..... | 10000 à 5185 | — 5185. |
| | Bismuth.... | 10000 à 4949 | — 6060. |
| | Antimoine.. | 10000 à 4540 | — 5827. |
| | Ocre..... | 10000 à 4259 | — 3827. |
| | Craie..... | 10000 à 3684 | — 4105. |
| | Gyps..... | 10000 à 2368 | — 2947. |
| | Bois..... | 10000 à 1552 | — 3146. |

## *CUIVRE.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cuivre &.. | Or..... | 10000 à 9136 | — 9194. |
| | Zinc..... | 10000 à 8571 | — 9250. |
| | Argent..... | 10000 à 8395 (7619) | — 7823. |
| | Marbre commun..... | 10000 à 7638 | — 8019. |
| | Grès..... | 10000 à 7333 | — 8160. |
| | Verre..... | 10000 à 6667 | — 6567. |
| | Plomb..... | 10000 à 6179 | — 7367. |
| | Étain..... | 10000 à 5746 | — 6916. |
| | Pierre calcaire tendre... | 10000 à 5168 | — 5633. |
| | Glaise..... | 10000 à 5652 | — 6363. |
| | Bismuth.... | 10000 à 5686 | — 5959. |
| | Antimoine.. | 10000 à 5130 | — 5808. |
| | Ocre..... | 10000 à 5000 | — 4697. |
| | Craie..... | 10000 à 4068 | — 4368. |

## *O R.*

| | Premier refroidiſſement. | Entier refroidiſſement. |
|---|---|---|
| Zinc..... | 10000 à 9474 $\frac{8422}{}$ | — 9304. |
| Argent..... | 10000 à 8936 | — 8686. |
| Marbre blanc. | 10000 à 8101 | — 7863. |
| Marbre commun..... | 10000 à 7342 | — 7435. |
| Pierre calcaire dure..... | 10000 à 7383 | — 7516. |
| Grès..... | 10000 à 7368 | — 7627. |
| Verre..... | 10000 à 7103 | — 5932. |
| Or &..... Plomb..... | 10000 à 6526 | — 7500. |
| Étain..... | 10000 à 6324 | — 6051. |
| Pierre calcaire tendre.... | 10000 à 6087 | — 5811. |
| Glaiſe..... | 10000 à 5814 | — 5077. |
| Biſmuth.... | 10000 à 5658 | — 7043. |
| Porcelaine... | 10000 à 5526 | — 5593. |
| Antimoine.. | 10000 à 5395 | — 6348. |
| Ocre..... | 10000 à 5349 | — 4462. |
| Craie..... | 10000 à 4571 | — 4452. |
| Gyps..... | 10000 à 2989 | — 3293. |

## *Z I N C.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Argent..... | 10000 à | 8904 $\frac{10015}{}$ | — 8990. |
| Zinc &..... Marbre blanc. | 10000 à | 8305 $\frac{7194}{}$ | — 8424. |
| Grès..... | 10000 à | 6949 $\frac{5838}{}$ | — 7333. |

| | | Premier refroidiſſement. | Entier refroidiſſement. |
|---|---|---|---|
| Zinc & | Plomb..... | 10000 à 6051 (4940) | — 7947. |
| | Étain..... | 10000 à 6777 (5666) | — 6240. |
| | Pierre calcaire tendre.... | 10000 à 5536 (4425) | — 7719. |
| | Glaiſe..... | 10000 à 5484 (4373) | — 7458. |
| | Biſmuth.... | 10000 à 5343 (4232) | — 7547. |
| | Antimoine.. | 10000 à 5246 (4125) | — 6608. |
| | Craie..... | 10000 à 3729 (2618) | — 5862. |
| | Gyps..... | 10000 à 3409 (2298) | — 4268. |

## *ARGENT.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Argent & | Marbre blanc. | 10000 à 8681 | — 9200. |
| | Marbre commun.... | 10000 à 7912 | — 9040. |
| | Pierre calcaire dure..... | 10000 à 7436 | — 8580. |
| | Grès..... | 10000 à 7361 | — 7767. |
| | Verre..... | 10000 à 7230 | — 7212. |
| | Plomb..... | 10000 à 7154 | — 9184. |
| | Étain..... | 10000 à 6176 | — 6289. |
| | Pierre calcaire tendre.... | 10000 à 6178 | — 6287. |
| | Glaiſe..... | 10000 à 6034 | — 6710. |
| | Biſmuth.... | 10000 à 6308 | — 8877. |
| | Porcelaine... | 10000 à 5556 | — 5242. |

| | | Premier refroidiſſement. | Entier refroidiſſement. |
|---|---|---|---|
| Argent & | Antimoine. . | 10000 à 5692 | — 7653. |
| | Ocre..... | 10000 à 5000 | — 5658. |
| | Craie..... | 10000 à 4310 | — 5000. |
| | Gyps..... | 10000 à 2879 | — 3366. |
| | Bois. ..... | 10000 à 2353 | — 1864. |
| | Pierre ponce. | 10000 à 2059 | — 1525. |

## *MARBRE BLANC.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Marbre blanc & | Marbre commun..... | 10000 à 8992 | — 9405. |
| | Pierre dure.. | 10000 à 8594 | — 9130. |
| | Grès..... | 10000 à 8286 | — 8990. |
| | Plomb..... | 10000 à 7604 | — 5555. |
| | Étain..... | 10000 à 7143 | — 6792. |
| | Pierre calcaire tendre.... | 10000 à 6792 | — 7218. |
| | Glaiſe..... | 10000 à 6400 | — 6286. |
| | Antimoine.. | 10000 à 6286 | — 6792. |
| | Ocre..... | 10000 à 5400 | — 5571. |
| | Gyps..... | 10000 à 4920 | — 5116. |
| | Bois..... | 10000 à 2200 | — 2857. |

## *MARBRE COMMUN.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Marbre commun & | Pierre dure.. | 10000 à 9483 | — 9655. |
| | Grès..... | 10000 à 8767 | — 9273. |
| | Plomb..... | 10000 à 7671 | — 8590. |

| | | Premier refroidissement. | Dernier refroidissement |
|---|---|---|---|
| Marbre commun &. | Étain..... | 10000 à 7424 | — 6666. |
| | Pierre tendre. | 10000 à 7327 | — 7959. |
| | Glaise..... | 10000 à 7272 | — 7213. |
| | Antimoine.. | 10000 à 6279 | — 8333. |
| | Ocre..... | 10000 à 6136 | — 6393. |
| | Craie..... | 10000 à 5581 | — 6333. |
| | Bois..... | 10000 à 2500 | — 3279. |

## *PIERRE CALCAIRE DURE.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pierre dure &... | Grès..... | 10000 à 9268 | — 9355. |
| | Verre..... | 10000 à 8710 | — 8352. |
| | Plomb..... | 10000 à 8571 | — 7931. |
| | Étain..... | 10000 à 8095 | — 7931. |
| | Pierre tendre. | 10000 à 8000 | — 8095. |
| | Glaise..... | 10000 à 6190 | — 6897. |
| | Ocre..... | 10000 à 4762 | — 5517. |
| | Bois..... | 10000 à 2195 | — 4516. |

## *GRÈS.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Grès &... | Verre..... | 10000 à 9324 | — 7939. |
| | Plomb..... | 10000 à 8561 | — 8950. |
| | Étain..... | 10000 à 7667 | — 7633. |
| | Pierre tendre. | 10000 à 7647 | — 7193. |
| | Porcelaine... | 10000 à 7364 | — 7059. |
| | Antimoine, . | 10000 à 7333 | — 6170. |

| | | Premier refroidiſſement. | Entier refroidiſſement. |
|---|---|---|---|
| Grès & .... | Gyps..... | 10000 à 4568 | — 5000. |
| | Bois..... | 10000 à 2368 | — 4828. |

## *VERRE.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Verre & ... | Plomb..... | 10000 à 9318 | — 8548. |
| | Étain..... | 10000 à 9107 | — 8679. |
| | Glaiſe..... | 10000 à 7938 | — 7643. |
| | Porcelaine... | 10000 à 7692 | — 8863. |
| | Ocre..... | 10000 à 6289 | — 6500. |
| | Craie..... | 10000 à 6104 | — 6195. |
| | Gyps..... | 10000 à 4160 | — 6011. |
| | Bois..... | 10000 à 2647 | — 5514. |

## *PLOMB.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Plomb & .. | Étain..... | 10000 à 8695 | — 8333. |
| | Pierre tendre. | 10000 à 8437 | — 7192. |
| | Glaiſe..... | 10000 à 7878 | — 8536. |
| | Biſmuth.... | 10000 à 8698 | — 8750. |
| | Antimoine... | 10000 à 8241 | — 8201. |
| | Ocre..... | 10000 à 6060 | — 7073. |
| | Craie..... | 10000 à 5714 | — 6111. |
| | Gyps..... | 10000 à 4736 | — 5714. |

## *ÉTAIN.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Étain &.... | Glaiſe..... | 10000 à 8823 | — 9524. |
| | Biſmuth.... | 10000 à 8888 | — 9400. |

| | | Premier refroidissement. | Entier refroidissement. |
|---|---|---|---|
| Étain &... | Antimoine.. | 10000 à 8710 | — 9156. |
| | Ocre..... | 10000 à 5882 | — 7619. |
| | Craie..... | 10000 à 6364 | — 6842. |
| | Gyps..... | 10000 à 4090 | — 4912. |

## *PIERRE CALCAIRE TENDRE.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pierre tendre &... | Antimoine.. | 10000 à 7742 | — 9545. |
| | Craie..... | 10000 à 7288 | — 7312. |
| | Gyps..... | 10000 à 4182 | — 5211. |

## *G L A I S E.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Glaise &... | Bismuth.... | 10000 à 8870 | — 9419. |
| | Ocre..... | 10000 à 8400 | — 8571. |
| | Craie..... | 10000 à 7701 | — 8000. |
| | Gyps..... | 10000 à 5185 | — 8055. |
| | Bois..... | 10000 à 3437 | — 4545. |

## *B I S M U T H.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Bismuth &.. | Antimoine.. | 10000 à 9349 | — 9572. |
| | Ocre..... | 10000 à 8846 | — 7380. |
| | Craie..... | 10000 à 8620 | — 9500. |

## *P O R C E L A I N E.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Porcelaine & Gyps..... | | 10000 à 5308 | — 6500. |

## *ANTIMOINE.*

| | | Premier refroidissement. | Entier refroidissement. |
|---|---|---|---|
| Antimoine &.. | Craie..... | 10000 à 8431 | — 7391. |
| | Gyps..... | 10000 à 5833 | — 5476. |

## *OCRE.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ocre &.... | Craie..... | 10000 à 8654 | — 8889. |
| | Gyps..... | 10000 à 6364 | — 9062. |
| | Bois..... | 10000 à 4074 | — 5128. |

## *CRAIE.*

Craie & Gyps..... 10000 à 6667 — 7920.

## *GYPS.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gyps &... | Bois..... | 10000 à 8000 | — 5250. |
| | Pierre ponce. | 10000 à 7000 | — 4500. |

## *BOIS.*

Bois & pierre ponce..... 10000 à 8750 — 8182.

Quelque attention que j'aie donnée à mes expériences; quelque soin que j'aie pris pour en rendre les rapports plus exacts; j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette Table qui les contient tous; mais ces défauts sont légers

& n'influent pas beaucoup sur les résultats généraux ; par exemple, on s'apercevra aisément que le rapport du zinc au plomb, étant de 10000 à 6051, celui du zinc à l'étain devroit être moindre de 6000, tandis qu'il se trouve dans la Table de 6777. Il en est de même de celui de l'argent au bismuth, qui devroit être moindre que 6308 ; & encore de celui du plomb à la glaise, qui devroit être de plus de 8000, & qui ne se trouve être dans la Table que de 7878, mais cela provient de ce que les boulets de plomb & de bismuth n'ont pas toujours été les mêmes, ils se sont fondus aussi-bien que ceux d'étain & d'antimoine, ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes sont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été possible de faire mieux : les différens boulets de plomb, d'étain, de bismuth & d'antimoine dont je me suis successivement servi, étoient faits, à la vérité, sur le même calibre, mais la matière de chacun pouvoit être un peu différente, selon la quantité d'alliage du plomb & de l'étain ; car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux

premiers boulets : d'ailleurs il reſte aſſez ſouvent une petite cavité dans ces boulets fondus, & ces petites cauſes ſuffiſent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma Table.

Il en eſt de même du rapport de l'étain à l'ocre, qui devroit être de plus de 6000, & qui ne ſe trouve dans la Table que de 5882, parce que l'ocre étant une matière friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très-long temps que j'y ai employé, j'aurois pu parvenir à un plus grand degré de préciſion, mais je me flatte qu'il y en a ſuffiſamment, pour qu'on ſoit convaincu de la vérité des reſultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guère que les perſonnes accoutumées à faire des expériences, qui ſachent combien il eſt difficile de conſtater un ſeul fait de la Nature, par tous les moyens que l'art peut nous fournir; il faut joindre la patience au génie, & ſouvent cela ne ſuffit pas encore, il faut quelquefois renoncer malgré ſoi au degré de préciſion que l'on deſireroit, parce que

cette préciſion en exigeroit une toute auſſi grande dans toutes les mains dont on ſe ſert, & demanderoit en même temps une parfaite égalité dans toutes les matières que l'on emploie; auſſi tout ce que l'on peut faire en Phyſique expérimentale, ne peut pas nous donner des réſultats rigoureuſement exacts, & ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes; & quand l'ordre général de ces approximations ne ſe dément que par de légères variations, on doit être ſatisfait.

Au reſte, pour tirer de ces nombreuſes expériences tout le fruit que l'on doit en attendre, il faut diviſer les matières qui en font l'objet, en quatre claſſes ou genres différens.

1.° Les métaux; 2.° les demi-métaux & minéraux métalliques; 3.° les ſubſtances vitrées & vitreſcibles; 4.° les ſubſtances calcaires & calcinables. Comparer enſuite les matières de chaque genre entr'elles, pour tâcher de reconnoître la cauſe ou les cauſes de l'ordre que ſuit le progrès de la chaleur dans chacune; & enfin comparer les genres même entr'eux, pour eſſayer d'en déduire quelques réſultats généraux.

I.

L'ORDRE des ſix métaux, ſuivant leur denſité, eſt étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent & perdent la chaleur, eſt étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conſerve ſa place.

Le progrès & la durée de la chaleur dans les métaux ne ſuit donc pas l'ordre de leur denſité, ſi ce n'eſt pour l'étain qui, étant le moins denſe de tous, eſt en même temps celui qui perd le plus tôt ſa chaleur; mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'eſt dans le rapport de leur fuſibilité que tous reçoivent & perdent la chaleur, car le fer eſt plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'eſt plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, & le plomb plus que l'étain; on doit donc en conclure, que ce n'eſt qu'un haſard ſi la denſité & la fuſibilité de l'étain ſe trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce ſeroit trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fuſibilité, & rien du tout à la denſité;

la Nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre, d'une manière absolue; c'est-à-dire, de façon que la première n'influe en rien sur la seconde, ainsi la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur; mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement, que dans les six métaux elle n'y fait que très-peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette première vérité n'étoit connue ni des Chimistes ni des Physiciens, on n'auroit pas même imaginé que l'or qui est plus de deux fois & demie plus dense que le fer, perd néanmoins la chaleur un demi-tiers plus vîte. Il en est de même du plomb, de l'argent & du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, & qui, comme l'or, s'échauffent & se refroidissent plus promptement; car quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second Mémoire, les expériences du Mémoire qui précède celui-ci, démontrent à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, & que ceux qui la reçoivent

le plus vîte, sont en même temps ceux qui la perdent le plus tôt.

Si l'on réfléchit sur les principes réels de la densité & sur la cause de la fusibilité, on sentira que la densité dépend absolument de la quantité de matière que la Nature place dans un espace donné, que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de densité, & que l'or est à cet égard la substance qui de toutes contient le plus de matière relativement à son volume. C'est pour cette raison que l'on avoit cru jusqu'ici, qu'il falloit plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux; il est en effet assez naturel de penser, que contenant sous le même volume le double ou le triple de matière, il faudroit le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur, & cela seroit vrai, si dans toutes les substances les parties constituantes étoient de la même figure, & en conséquence toutes arrangées de même. Mais dans les unes comme dans les plus denses, les molécules de la matière sont probablement de figure assez régulière, pour ne pas laisser entr'elles de très-grands espaces vides; dans d'autres moins denses;

denſes, leurs figures plus irrégulières, laiſſent des vides plus nombreux & plus grands, & dans les plus légères les molécules étant en petit nombre & probablement de figure très-irrégulière, il ſe trouve mille & mille fois plus de vide que de plein : car on peut démontrer par d'autres expériences, que le volume de la ſubſtance même la plus denſe, contient encore beaucoup plus d'eſpace vide que de matière pleine.

Or, la principale cauſe de la fuſibilité, eſt la facilité que les particules de la chaleur trouvent à ſéparer les unes des autres ces molécules de la matière pleine : que la ſomme des vides en ſoit plus ou moins grande, ce qui fait la denſité ou la légèreté, cela eſt indifférent à la ſéparation des molécules qui conſtituent le plein; & la plus ou moins grande fuſibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties maſſives, & s'oppoſe plus ou moins à leur ſéparation. La dilatation du volume total eſt le premier degré de l'action de la chaleur, & dans les différens métaux, elle ſe fait dans le même ordre que la

fuſion de la maſſe qui s'opère par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain, qui de tous ſe fond le plus promptement, eſt auſſi celui qui ſe dilate le plus vîte, & le fer qui eſt de tous le plus difficile à fondre, eſt de même celui dont la dilatation eſt la plus lente.

D'après ces notions générales qui paroiſſent claires, préciſes & fondées ſur des expériences que rien ne peut démentir, on ſeroit porté à croire que la ductilité doit ſuivre l'ordre de la fuſibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité ſemble dépendre de la plus ou moins grande adhéſion des parties dans chaque métal; cependant cet ordre de la ductilité des métaux, paroît avoir autant de rapport à l'ordre de la denſité qu'à celui de leur fuſibilité. Je dirois volontiers qu'il eſt en raiſon compoſée des deux autres, mais ce n'eſt que par eſtime & par une préſomption qui n'eſt peut-être pas aſſez fondée; car il n'eſt pas auſſi facile de déterminer au juſte les différens degrés de la fuſibilité que ceux de la denſité; & comme la ductilité participe des deux, & qu'elle varie ſuivant les circonſtances,

nous n'avons pas encore acquis les connoissances nécessaires pour prononcer affirmativement sur ce sujet, qui est d'une assez grande importance pour mériter des recherches particulières. Le même métal traité à froid ou à chaud, donne des résultats tout différens : la malléabilité est le premier indice de la ductilité, mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion assez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb, le plus souple, le plus malléable des métaux, ne peut se tirer à la filière en fils aussi fins que l'or, ou même que le fer, qui, de tous, est le moins malléable. D'ailleurs il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, sans quoi ils s'écrouissent, & deviennent cassans ; le fer même, quoique le plus robuste de tous, s'écrouit comme les autres ; ainsi la ductilité d'un métal & l'étendue de continuité qu'il peut supporter, dépendent non-seulement de sa densité & de sa fusibilité, mais encore de la manière dont on le traite, de la percussion plus lente ou plus prompte, & de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos.

## II.

MAINTENANT si nous comparons les substances qu'on appelle *demi-métaux* & *minéraux métalliques* qui manquent de ductilité, nous verrons que l'ordre de leur densité est, émeril, zinc, antimoine, bismuth, & que celui dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur est, antimoine, bismuth, zinc, émeril, ce qui ne suit en aucune façon l'ordre de leur densité, mais plutôt celui de leur fusibilité; l'émeril qui est un minéral ferrugineux, quoiqu'une fois moins dense que le bismuth, conserve la chaleur une fois plus long-temps; le zinc plus léger que l'antimoine & le bismuth, conserve aussi la chaleur beaucoup plus long-temps; l'antimoine & le bismuth la reçoivent & la gardent à peu-près également. Il en est donc des demi-métaux & des minéraux métalliques comme des métaux: le rapport dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur, est à peu-près le même que celui de leur fusibilité, & ne tient que très-peu ou point du tout à celui de leur densité.

Mais en joignant ensemble les six métaux

& les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales est;

Émeril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, argent, plomb, or.

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent & se refroidissent, est;

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, émeril, fer.

Dans lequel il y a deux choses qui ne paroissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité:

1.° L'antimoine qui devroit s'échauffer & se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton, citées dans le Mémoire précédent, que l'antimoine demande pour se fondre, dix degrés de la même chaleur, dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe & se refroidit plus vîte que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine, & que je n'ai employé dans mes expériences que de l'antimoine fondu; or le régule d'antimoine ou

l'antimoine naturel est bien plus difficile à fondre que l'antimoine qui a déjà subi une première fusion; ainsi cela ne fait point une exception à la règle. Au reste, j'ignore quel rapport il y auroit entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine & les autres matières que j'ai fait chauffer & refroidir; mais je présume d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferoit & se refroidiroit plus lentement que le plomb.

2.° L'on prétend que le zinc se fond bien plus aisément que l'argent, par conséquent il devroit se trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, si cet ordre étoit dans tous les cas relatif à celui de la fusibilité; & j'avoue que ce demi-métal semble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que suivent tous les autres; mais il faut observer; 1.° que la différence donnée par mes expériences entre le zinc & l'argent est fort petite; 2.° que le petit globe d'argent dont je me suis servi, étoit de l'argent le plus pur, sans la moindre partie de cuivre, ni d'autre alliage, & l'argent pur doit se fondre plus aisément, & s'échauffer

plus vîte que l'argent mêlé de cuivre : 3.° quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles Chimistes *(a)*, ce n'est peut-être pas du zinc absolument pur & sans mélange de cuivre, ou de quelqu'autre matière encore moins fusible. Comme ce soupçon m'étoit resté après toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle qui me l'avoit donné, en le priant de s'assurer s'il ne contenoit pas du fer ou du cuivre, ou quelqu'autre matière qui s'opposeroit à sa fusibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité assez considérable de fer ou safran de mars : j'ai donc eu la satisfaction de voir que non-seulement mon soupçon étoit bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec assez de précision pour faire reconnoître un mélange dont il n'étoit pas aisé de se douter : ainsi le zinc suit aussi exactement que les autres métaux & demi-métaux dans le progrès de la chaleur l'ordre de

*(a)* M. Rouelle, Démonstrateur de Chimie aux écoles du Jardin du Roi.

la fuſibilité, & ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux & minéraux métalliques, eſt en même raiſon, ou du moins en raiſon très-voiſine de celle de leur fuſibilité *(b)*.

III.

Les matières vitreſcibles & vitrées que j'ai miſes à l'épreuve, étant rangées ſuivant l'ordre de leur denſité, ſont :

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaiſe, verre, criſtal-de-roche & grès ; car je dois obſerver que quoique le criſtal ne ſoit porté dans la table des poids de chaque

---

*(b) Nota.* Le globe de zinc ſur lequel ont été faites toutes les expériences, s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de ſubſtituer dans la Table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports que j'ai placés ſous les autres, par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654 n'eſt pas le vrai rapport, & c'eſt celui de 10000 à 6804 écrit au-deſſous qu'il faut adopter; il en eſt de même de toutes les autres corrections que j'ai faites d'un neuvième ſur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc, avoit diminué au moins d'un neuvième le progrès de la chaleur.

matière que pour 6 gros 22 grains, il doit être supposé plus pesant d'environ 1 gros, parce qu'il étoit sensiblement trop petit, & c'est par cette raison que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le résultat général s'accorde assez avec les autres, pour que je puisse le présenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes substances se sont refroidies.

Pierre ponce, ocre, porcelaine, glaise, verre, cristal & grès, qui, comme l'on voit, est le même que celui de la densité, car l'ocre ne se trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matière friable, il s'est diminué par le frottement qu'il a subi dans les expériences; & d'ailleurs sa densité diffère si peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

Ainsi la loi du progrès de la chaleur dans les matières vitrescibles & vitrées, est relative à l'ordre de leur densité, & n'a que peu ou point de rapport avec leur fusibilité, par la raison qu'il faut, pour fondre toutes ces substances, un degré presqu'égal du feu le plus violent, & que

les degrés particuliers de leur différente fuſibilité ſont ſi près les uns des autres, qu'on ne peut pas en faire un ordre compoſé de termes diſtincts. Ainſi leur fuſibilité preſque égale, ne faiſant qu'un terme, qui eſt l'extrême de cet ordre de fuſibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur ſuit ici l'ordre de la denſité, & que ces différentes ſubſtances qui toutes ſont également difficiles à fondre, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus lentement & plus vîte, à proportion de la quantité de matière qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre ſe fond plus aiſément que la glaiſe, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, qui néanmoins s'échauffent & ſe refroidiſſent en moins de temps que le verre; mais l'objection tombera lorſqu'on réfléchira qu'il faut, pour fondre le verre, un feu très-violent dont le degré eſt ſi éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences ſur le refroidiſſement, qu'il ne peut influer ſur ceux-ci. D'ailleurs en pulvériſant la glaiſe, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, & leur donnant

des fondans analogues, comme l'on en donne au sable pour le convertir en verre ; il est plus que probable qu'on feroit fondre toutes ces matières au même degré de feu, & que par conséquent on doit regarder comme égale ou presqu'égale leur résistance à la fusion, & c'est par cette raison que la loi du progrès de la chaleur dans ces matières, se trouve proportionnelle à l'ordre de leur densité.

## I V.

Les matières calcaires rangées suivant l'ordre de leur densité, sont :

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent & se refroidissent, est craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun & marbre blanc, qui, comme l'on voit, est le même que celui de leur densité. La fusibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un très-grand degré de feu pour les calciner, & que quoique la calcination en divise les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de

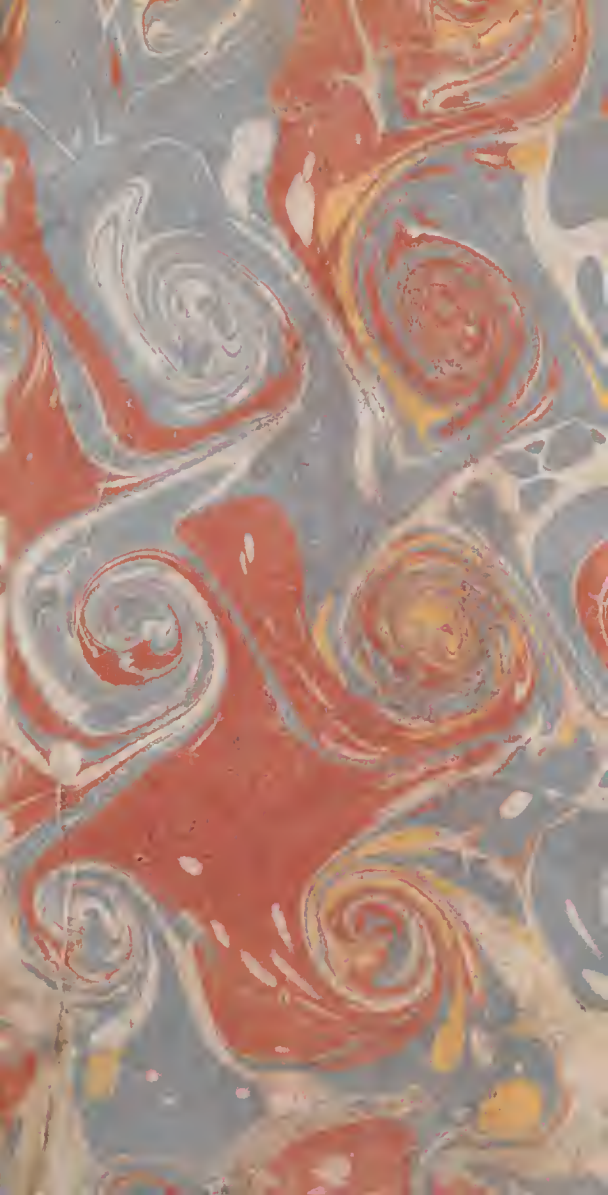
fuſion, & non pas comme une fuſion complète ; toute la puiſſance des meilleurs miroirs ardens ſuffit à peine pour l'opérer ; j'ai fondu & réduit en une eſpèce de verre quelques-unes de ces matières calcaires au foyer d'un de mes miroirs, & je me ſuis convaincu que ces matières peuvent, comme toutes les autres, ſe réduire ultérieurement en verre, ſans y employer aucun fondant, & ſeulement par la force d'un feu bien ſupérieur à celui de nos fourneaux. Par conſéquent le terme commun de leur fuſibilité eſt encore plus éloigné & plus extrême que celui des matières vitrées, & c'eſt par cette raiſon qu'elles ſuivent auſſi plus exactement dans le progrès de la chaleur l'ordre de la denſité.

Le gyps blanc, qu'on appelle improprement albâtre, eſt une matière qui ſe calcine comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui eſt néceſſaire pour la calcination des matières calcaires, auſſi ne ſuit-il pas l'ordre de la denſité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd, car quoique beaucoup plus denſe que la craie,

& un peu plus denſe que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe & ſe refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une & l'autre de ces matières. Ceci nous démontre que la calcination & la fuſion plus ou moins facile, produiſent le même effet relativement au progrès de la chaleur. Les matières gypſeuſes ne demandent pas pour ſe calciner autant de feu que les matières calcaires, & c'eſt par cette raiſon que quoique plus denſes, elles s'échauffent & ſe refroidiſſent plus vîte.

Ainſi on peut aſſurer, en général, que le *progrès de la chaleur dans toutes les ſubſtances minérales eſt toujours à très-peu-près en raiſon de leur plus ou moins grande facilité à ſe calciner ou à ſe fondre*; mais que quand leur calcination ou leur fuſion ſont *également difficiles, & qu'elles exigent un degré de chaleur extrême*, alors le *progrès de la chaleur ſe fait ſuivant l'ordre de leur denſité.*

Au reſte, j'ai dépoſé au Cabinet du Roi, les globes d'or, d'argent & de toutes les autres ſubſtances métalliques & minérales qui ont ſervi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus

authentiques, en mettant à portée de les vérifier, ceux qui voudroient douter de la vérité de leurs réſultats, & de la conſéquence générale que je viens d'en tirer.

*FIN du Tome ſixième.*